

VESIHALLITUKSEN MONISTESARJA

1982 : 139

YHDYSKUNTIEN VESIENSUOJELUN
NYKYTILA

Vesiensuojelun tavoiteohjelma-
projektin osaraportti nro 1

1982 : 139

YHDYSKUNTIEN VESIENSUOJELUN
NYKYTILA

Vesiensuojelun tavoiteohjelma-
projektin osaraportti nro 1

Tekijät ovat vastuussa julkaisun sisällöstä eikä siihen
voida vedota vesihallituksen virallisena kannanottona

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
JOHDANTO	1
1. YHDYSKUNTIEN VESIENSUOJELUN NYKYTILA	2
1.1 Yhdyskuntien jätevesien määrä ja käsittely sekä niiden aiheuttama kuormitus	2
1.1.1 Jätevesien määrä	2
1.1.2 Jätevesilupien velvoitteet	4
1.1.3 Jätevesien käsittely	7
1.1.4 Jätekuorma	10
1.1.5 Yhdyskuntien jätevesien käsittely ja lupavelvoitteet Ruotsissa	14
1.2 Yhdyskuntien hule- ja vuotovedet	15
1.2.1 Hulevesien laatu	15
1.2.2 Hulevesien jätekuorma	16
1.2.3 Hule- ja vuotovesien merkitys puhdistamoilla	17
1.3 Yhdyskuntien jätevesilietteet	20
1.3.1 Lietteiden määrä	20
1.3.2 Lietteiden laatu	20
1.3.3 Lietteiden käsittely ja sen kustannukset	22
1.3.4 Lietteiden sijoitus	22
1.4 Jätehuollon aiheuttama kuormitus	23
1.4.1 Jätteen määrä	23
1.4.2 Kaatopaikkojen valvonta	23
1.4.3 Kaatopaikkojen valuma- ja vuotovesien laatu ja niiden aiheuttama kuormitus	24
1.5 Yhdyskuntien vesiensuojelu- viemärilaitos-investoinnit	25
1.5.1 Vesiensuojeluinvestoinnit	25
1.5.2 Viemärilaitoskustannukset	26
1.5.3 Valtion rahoitus	27
1.6 Yhdyskuntien vesiensuojelua koskeva tutkimus-toiminta	28
1.6.1 Nykyinen tutkimus ja sen suorittajat	29
1.6.2 Tärkeimmät tutkimustarpeet	32
TIIVISTELMÄ	34
KIRJALLISUUS	37
2. POHJAVESIEN SUOJELUN NYKYTILA	39
2.1 Pohjavesivarat ja niiden käyttö	39
2.2 Pohjavesiä vaarantavat toiminnat	39
2.3 Pohjavesien suojelu	40
2.4 Pohjavesien vesiensuojelukustannukset	42
2.5 Pohjavesien suojelun tutkimustarpeita	43

JOHDANTO

Vesihallitus on 12.3.1983 asettanut vesiensuojelun tavoiteohjelmanprojektin. Sen tarkoituksena on tuottaa selvityksiä vesiensuojelun 1980 -luvun tavoitteiden ja niiden toteuttamiskeinojen määrittelyä varten. Projektin työryhmät laativat vesiensuojelun eri osa-alueiden nykytilasta ja 1980 -luvulla tarpeellisista toimenpiteistä selvityksiä, joiden perusteella vesiasiain neuvottelukunta laatii valtakunnallisen vesiensuojelun periaateohjelman vuosille 1985 - 95. Käsillä oleva julkaisu on yhteenveto niistä yhdyskuntien vesiensuojelun nykytilaa koskevista selvityksistä, joita projektin yhdyskuntaryhmä on laatinut vuoden 1981 keväällä ja kesällä.

Julkaisussa tarkastellaan mm. yhdyskuntien jäte- ja hulevesien aiheuttamaa vesistökuormaa, sen vähentämiseksi toteutettuja toimia ja niiden kustannuksia sekä pohjavesien suojelua. Näiden kysymysten nykytilaa ja kehitystä 1970 -luvulla tarkastellaan lähinnä tekniseltä kannalta. Yhdyskuntien aiheuttamia vesistövaikutuksia ei julkaisussa käsitellä, koska ne ovat selvitettävänä toisessa projektiryhmässä. Myöskään taloudellisia tarkasteluja, kuten esimerkiksi yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointien vaikutuksia kuntien menotalouteen ei julkaisussa ole käsitelty, koska nekin ovat toisen projektiryhmän tehtävänä.

Julkaisun pohjana olevien kahdeksan selvityksen laatimiseen ovat osallistuneet seuraavat henkilöt : Heikki Latostenmaa, Matti Nieminen, Markku Mäkelä, Heikki Penttinen, Leena Saviranta ja Tapani Suomela vesihuoltotoimistosta sekä Matti Melanen teknillisestä tutkimuslaitoksesta.

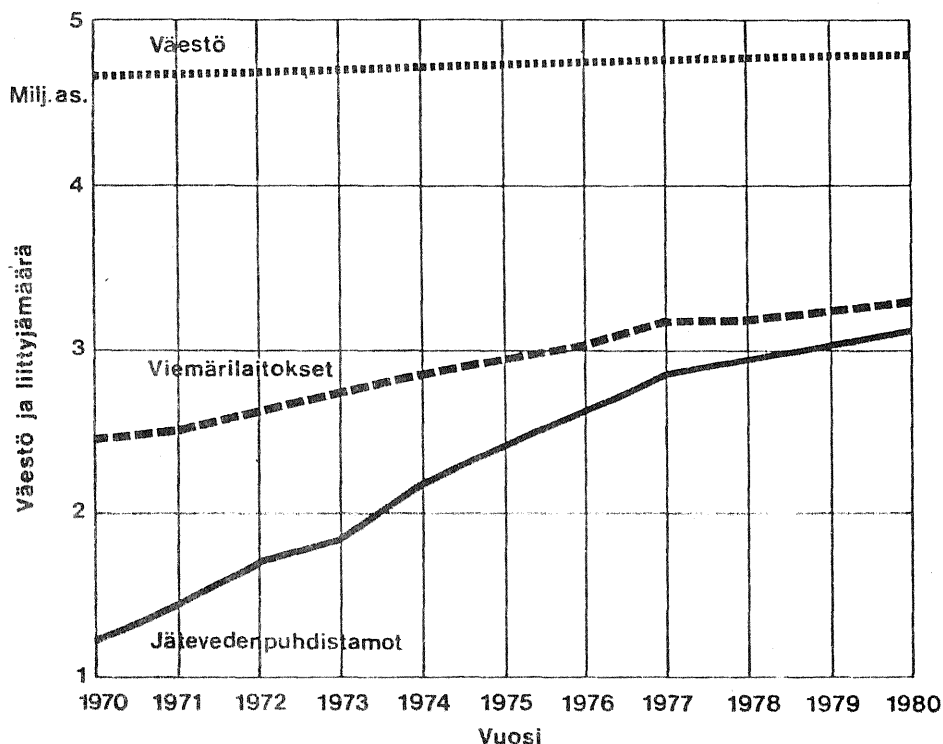
1. YHDYSKUNTIEN VESIENSUOJELUN NYKYTILA

1.1 Yhdyskuntien jätevesien määrä ja käsittely sekä niiden aiheuttama vesistökuormitus

1.1.1 Jätevesien määrä

Maamme väkiluku kasvoi koko 1970 -luvun ajan. Vuonna 1970 oli Suomessa 4 598 336 asukasta ja vuonna 1980 4 787 778 asukasta. Arvioiden mukaan asui taajamissa vuonna 1970 2,95 miljoonaa ja vuonna 1980 noin 3,50 miljoonaa asukasta.

Yli 200 asukkaan viemärilaitoksiin liitetyissä kiinteistöissä oli vuonna 1970 2 431 000 asukasta ja vuonna 1980 2 293 000 asukasta (kuva 1). Määrä kasvoi siis vuosina 1970 - 1980 keskimäärin 86 000 asukkaalla vuodessa kasvun ollessa suurinta vuonna 1973 (119 000 asukasta). Vuonna 1980 viemärilaitosten liittymisprosentti oli taajamissa noin 94 % ja koko maan osalta 69 %.

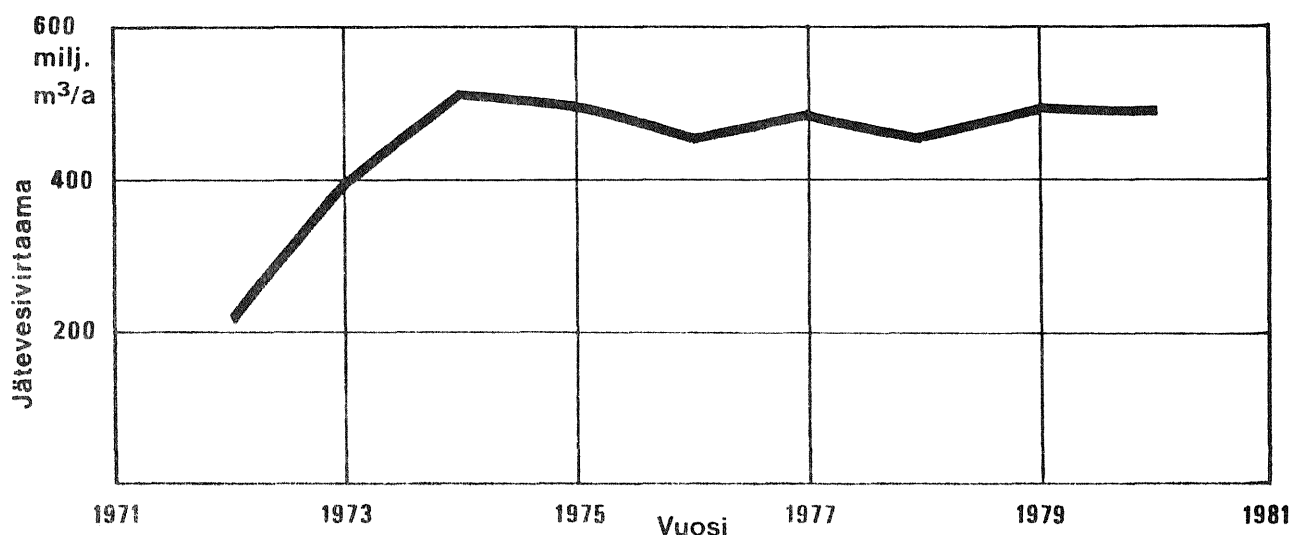


Kuva 1. VÄESTÖN MÄÄRÄ SEKÄ VIEMÄRILAITOSTEN JA JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN LIITTYJÄMÄÄRÄT VUOSINA 1970-1980.

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoille johdettavien teollisuusjätevesien määrä lisääntyi 1970 -luvulla. Samalla tehostuivat sekä käsittely- että esikäsittelymenetelmät.

Kunnalliseen viemärilaitokseen liittyneitä teollisuuslaitoksia oli vuonna 1978 yli 600 kpl ja niiden yhteenlaskettu jätevesimäärä oli 33 milj. m³/a, mikä on noin 7 % viemärilaitosten koko jätevesimäärästä. Teollisuusjätevesistä noin neljäsosa on peräisin tuotantolaitosten sosiaalituloista lopun ollessa pääasiassa prosessivettä. Liittyjistä suurin osa on elintarvike-, tekstiili-, nahka- ja kumiteollisuuden sekä kemian teollisuuden tuotantolaitoksia. Kunnalliseen viemäriin liittyneiden teollisuuslaitosten jätevesiä käsitellään myös projektin teollisuus- ja myrkkryhmien raporteissa.

Yhdyskuntien viemärilaitosten jätevesivirtaama kasvoi yli kaksinkertaiseksi vuosina 1972 - 74 ja on pysynyt sen jälkeen samalla tasolla (kuva 2).



Kuva 2. YHDYSKUNTIEN VIEMÄRILAITOSTEN JÄTEVESIVIRTAAMA 1970 - LUVULLA.

1.1.2 Jätevesilupien velvoitteet

Vesihallitus esitti vuonna 1974 vesiensuojelun periaatteet vuoteen 1985 /1/ ja vuonna 1976 vesiensuojelun periaatteiden soveltamisjulkaisun /2/. Julkaisuissa kartoitettiin valtakunnallisesti tarvittavat toimenpiteet vesiensuojelun tavoitteiden saavuttamiseksi. Suurimpien taajamien osalta esitettiin tarvittavat käsittelytasot. Lisäksi esitettiin ne periaatteet, jotka tulee ottaa huomioon alueellisella tasolla tapahtuvaa jätevesien käsittelytarvetta arvioitaessa.

Jäteveden käsittelyvaatimukset riippuvat lähinnä seuraavista tekijöistä :

- purkuvesistön ominaisuudet, suojelutarve ja käyttö
- jäteveden ominaisuudet; vuoto- ja kuivatusvesien sekä poikkeavien jätevesien osuus
- jätevesikuormituksen määrä
- jo rakennetut puhdistuslaitteet ja puhdistamon sijoituspaikan asettamat vaatimukset
- käytettävissä olevat puhdistusmenetelmät ja puhdistamon rakennus- ja käyttökustannukset

Vaatimustason nosto on pyritty toteuttamaan vaiheittain. Valtaosalla laitoksista vaatimustaso on ollut samankaltainen. Eriyisesti normaalia tiukempia käsittelyvaatimuksia ja erityisiä purkupaikkavaatimuksia on perusteltu purkualueilla ilmenneillä merkittäväillä haitoilla.

Viemäriverkon vuoto- ja kuivatusvesien määrän vähentyminen viemäreiden kunnostuksen seurauksena on usein ratkaisevimmin parantanut jäteveden käsittelyedellytyksiä.

Laimentumisesta johtuen puhdistamolle johdettava jäteveden määrä ja pitoisuusarvot vaihtelevat suuresti eri viemärilaitoksissa niissäkin tapauksissa, joissa poikkeavia jätevesiä ei johdeta viemäristöön. Tämän vuoksi lupapäätöksissä on

ryhdytty käyttämään prosenttisia puhdistustehovaatimuksia, jolloin vesistön sallittu enimmäiskuormitus on riippumaton jätevetä laimentavien vuoto- ja kuivatusvesien osuudesta. Samalla on pyritty edistämään viemäreiden kunnostusta. Lisäksi käytetään pitoisuusarvoja vesistöön laskettavan jäteveden tyydyttävän laadun ja poikkeavien jätevesien asianmukaisen esikäsittelyn varmistamiseksi. Vaatimukset asetetaan tietyn ajanjakson - 3,6 tai 12 kuukauden - keskiarvoina ja niitä laskettaessa on otettava huomioon kaikki viemärilaitoksesta johdettavat viemäriveredet, myös puhdistamalla ja muualla viemäriverkostossa suoritettavat ohijuoksutukset ja poikkeukselliset jätevesipäästöt.

Raja-arvoin ilmaistut käsittelyvaatimukset asetetaan muun muassa tiettyä puhdistusmenetelmää silmälläpitäen. Useimmiten tulee kysymykseen rinnakkaissaostus, jolloin käsitellyn jäteveden BHK₇ -arvon ja fosforipitoisuuden sallitut ylärajat ovat yleensä 20 - 25 mg/l O₂ ja 0,8 - 1,5 mg/l P ja puhdistustehon on lisäksi oltava vähintään 80 - 90 % mainittujen parametrien suhteen.

Tapauksissa, joissa käsittelytulosta on aiheellista tehostaa esimerkiksi jälkisaostuksen tai suodatuksen avulla, ovat tavanomaisia raja-arvoja 20 mg/l O₂, 0,5 mg/l P ja 90 %.

Pelkkä kemiallinen saostus on usein toteutettu väliaikaisena ratkaisuna ennen biologisen käsittelyn aloittamista. Menetelmällä on fosforin poistossa saavutettavissa rinnakkaissaostuksen tehoa vastaava tulos, mutta vesistön BHK₇ -kuorma jää moninkertaiseksi.

Tehostettua lammikointia koskevat vaatimukset vaihtelevat, koska menetelmän teho riippuu ratkaisevasti käsittelyn toteutustavasta. Menetelmässä on lammikointiin liitetty kemiallinen saostus. Parhaimmillaan tulos on jälkisaostuksen luokkaa ja tyyppien ja suolistobakteerien sekä mahdollisten taudinaiheuttajien poistossa ehkä parempikin. Tavanomaisten biologisten

käsittelymenetelmien teho patogeenisten bakteerien suhteen on 80 - 90 %. Pitkäviipymäisillä lammikkopuhdistamoilla voi olla saavutettavissa yli 99 % teho. Vähintään yhtä tehokas on kalkkisaostus. Virukset ja suolistoloisten munat ovat bakteereja kestävämpiä eri käsittelyprosesseissa.

Lupapäätökset edellyttävät yleensä uuden hakemuksen jättämistä sopivaksi katsottuun määräaikaan mennessä vaatimusten tarkistamiseksi. Lupakauden pituus vaihtelee muutamasta vuodesta noin 10 vuoteen.

Raja-arvoista riippumatta lupapäätökset edellyttävät puhdistamon ja koko viemärilaitoksen asianmukaista käyttöä ja hoitoa siten, että vesistön kuormitus jää mahdollisimman vähäiseksi. Viemärilaitoslietteet on käsiteltävä ja sijoitettava siten, ettei niistä aiheudu vesien pilaantumista. Jätevettä laimentavien vuoto- ja kuivatusvesien osuus on rajoitettava mahdollisimman vähäiseksi ja viemäriverkkoon johdettavat teollisuusjätevedet on asianmukaisesti esikäsiteltävä.

Luvan saajan on myös huolehdittava siitä, ettei jätevedestä aiheudu terveydellistä haittaa. Jäteveden lähes yksinomaisten desinfiointimenetelmänä käytetään kloorausta. Terveysviranomaisen näkemyksen mukaan klooraus on kuitenkin aiheellista pikemmin poikkeuksellisen kuin yleisesti käytettävänä toimenpiteenä. Ensisijaisesti pyritään vähentämään desinfioinnin tarvetta.

Lisäksi lupaehdot edellyttävät jäteveden laadun, määrän, vesistövaikutusten ja jäteveden käsittelytoimenpiteiden tehon tarkkailua vesiviranomaisten hyväksymällä tavalla.

Merkittävimpiä lupaehdojen muutoksia 1970 -luvulla ovat olleet prosenttisten puhdistusvaatimusten yleistyminen, jäteveden käsittelytulosta koskevien vaatimusten tiukentaminen varsinkin rinnakkaissaostuksen osalta sekä lähes täydellinen luopuminen jäteveden määräaikaista tai jatkuvaa desinfiointia koskevista

vaatimuksista klooraukseen liittyvien epäkohtien vuoksi (orgaanisten klooriyhdisteiden muodostuminen, kloorijäännös, mahdolliset virhearvioinnit veden todellisessa käyttökelpoisuudessa ja kloorin vaarallisuus). Eräillä puhdistamoilla on jo vaadittu ammoniumtypen hapettamista nitraatiksi ennen jäteveden johtamista vesistöön.

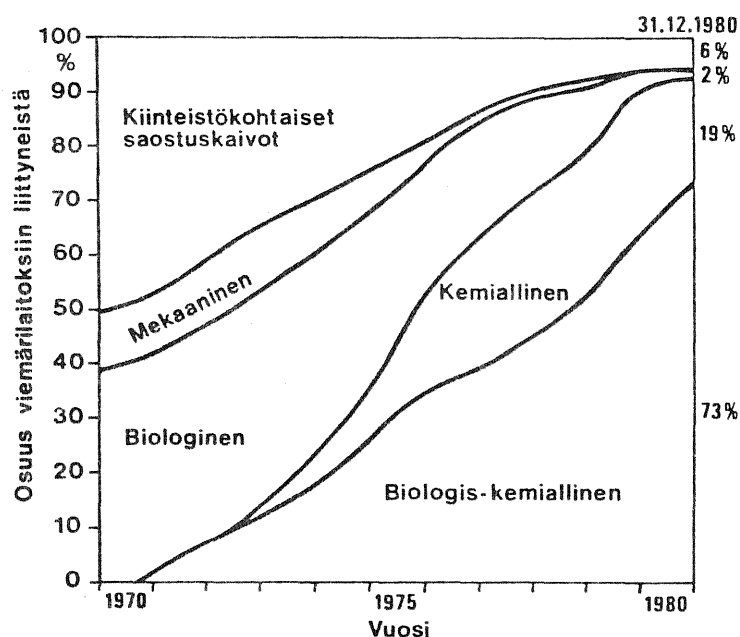
1.1.3 Jätevesien käsittely

Jätevedenpuhdistamoiden määrä ja laitostyyppi

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden määrä kasvoi voimakkaasti 1970 -luvulla. Vuonna 1971 oli maassamme vähintään 200 liittyjän jätevedenpuhdistamoa 288 ja vuosikymmenen lopussa 552. Voimakkainta rakentaminen oli 1970 -luvun alkupuolella.

Puhdistamoista valtaosa on biologis-kemiallisia laitoksia ja yleisin puhdistamotyyppi on rinnakkaissaostuslaitos, joita vuonna 1980 oli 66 % kaikista puhdistamoista. Biologis-kemiallinen puhdistus on yleistynyt 1970 -luvulla. Vuonna 1980 sen osuus oli jo 73 % (kuva 3).

Jätevesien desinfioinnista on tietoja vuodelta 1978. Kloorikaasua käytettiin tällöin 135 ja hypoklooriittia 167 puhdistamolla. Näin ollen jätevettä kloorattiin ainakin osan vuotta likimain joka toisella puhdistamolla.



Kuva 3. VIEMÄRLAITOKSIIN LIITTYNEEN ASUTUKSEN JÄTEVESIEN KÄSITTELY VUOSINA 1970-1980.

Jätevedenpuhdistamoiden kokoluokka

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot ovat enimmäkseen suhteellisen pieniä laitoksia. Lähes puolella laitoksista on mitoitusvirtaama alle 500 m³/d (taulukko 1). Pienehköjä laitoksia ovat yleensä rengaskanavat ja tehostetut lammikot, keskimääräistä suurempia ovat puolestaan jälkisaostuslaitokset, kemialliset selkeyttämöt, suorasaostuslaitokset ja aktiiviliete-laitokset.

Taulukko 1. Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden kokojakautuma mitoitusvirtaaman (Q_{mit}) mukaan vuonna 1980.

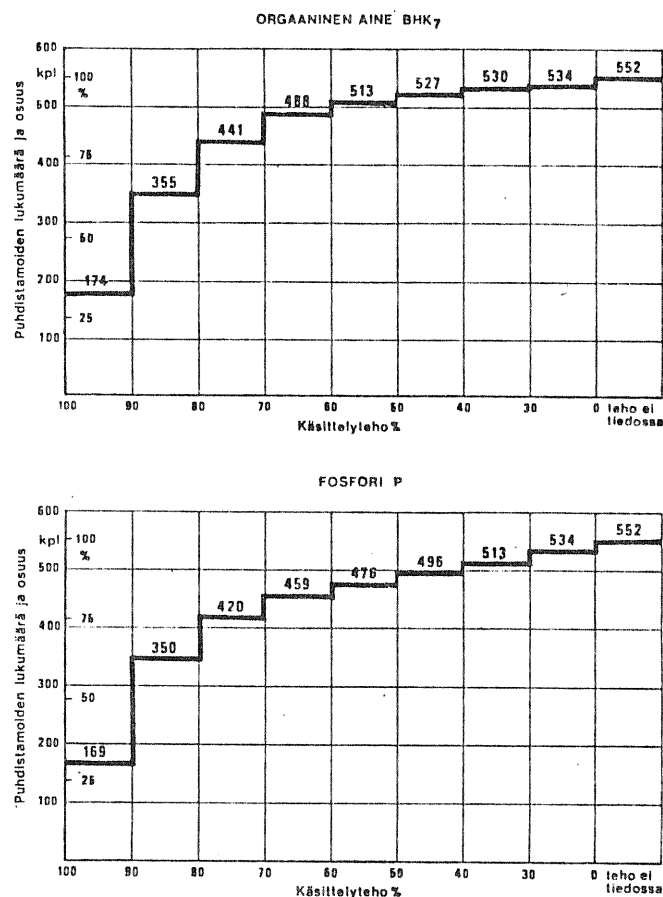
Mitoitusvirtaama m ³ /s	Puhdistamoita kpl
- 199	119
200 - 499	147
500 - 999	93
1 000 - 1 999	58
2 000 - 4 999	66
≥ 5 000	69
	$\Sigma = 552$ kpl

Jätevedenpuhdistamoiden toimivuus

Vesihallituksen vuosina 1975 - 1978 laatiman yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoiden toimivuusselvityksen mukaan toimi laitoksista noin 2/3 hyväksyttävästi orgaanisen aineen (BHK₇) poiston osalta ja noin 1/2 fosforin vähentämisen suhteen.

Vuonna 1980 toimi tilastoiduista 552 yhdyskuntien jätevedenpuhdistamosta yli 90 %:n käsittelyteholla BHK₇:n suhteen 174 ja fosforin vähentämisen suhteen 169 laitosta. Vastaavasti alle 50 %:n teholla toimi BHK₇:n suhteen 21 ja fosforin suhteen 56 puhdistamoa. Kuva 4 antaa yleiskäsityksen maamme jätevedenpuhdistamoiden käsittelytehoista vuonna 1980.

Ohijuoksutukset ovat useissa viemärilaitoksissa moninkertaisesti vesistökuormituksen ja lisäksi jäteveden laimentuminen, virtaaman kasvu ja lämpötilan lasku voivat merkittävästi huonontaa puhdistamon tehoa. Ohijuoksutusten osuus koko vuotuisesta jätevesivirtaamasta vaihtelee eri viemärilaitoksissa nollasta muutamaan kymmeneen prosenttiin.



Kuva 4. YHDYSKUNTIEN JÄTEVEDENPUHDISTAMOIDEN KÄSITTELYTEHOJEN SUMMAKÄYRÄ ORGAANISEN AINEEN JA FOSFORIN VÄHENTÄMISEN SUHTEEN VUONNA 1980.

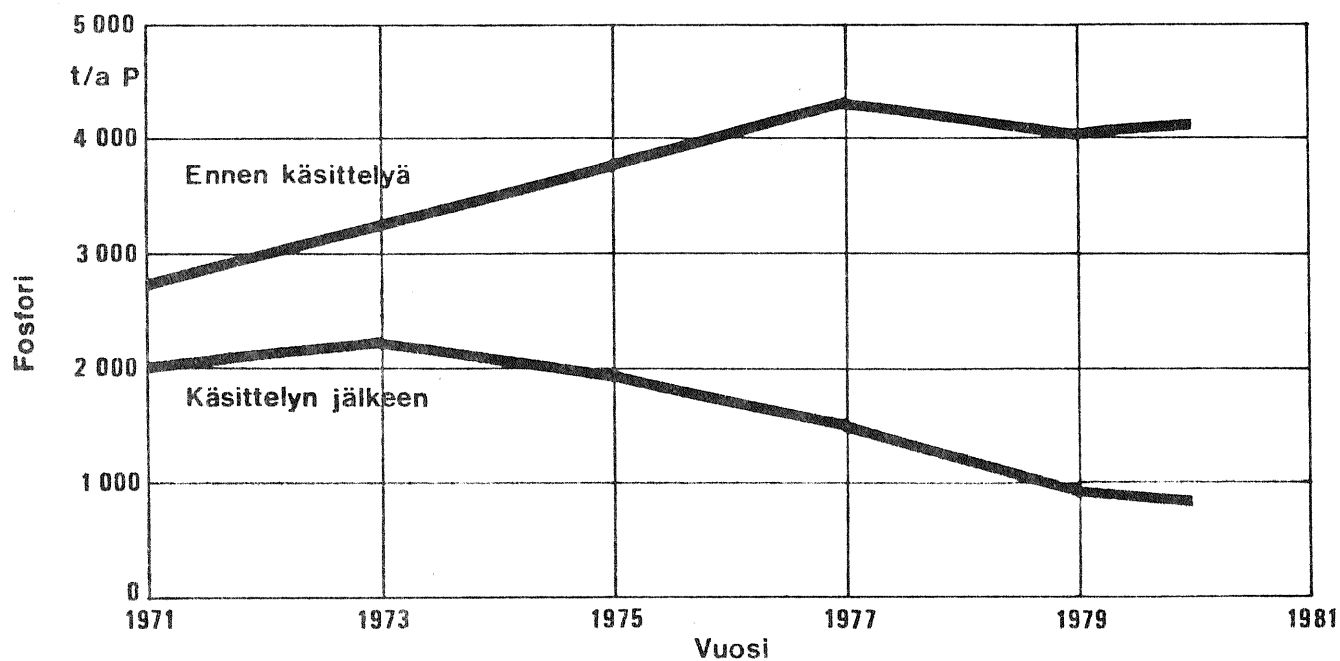
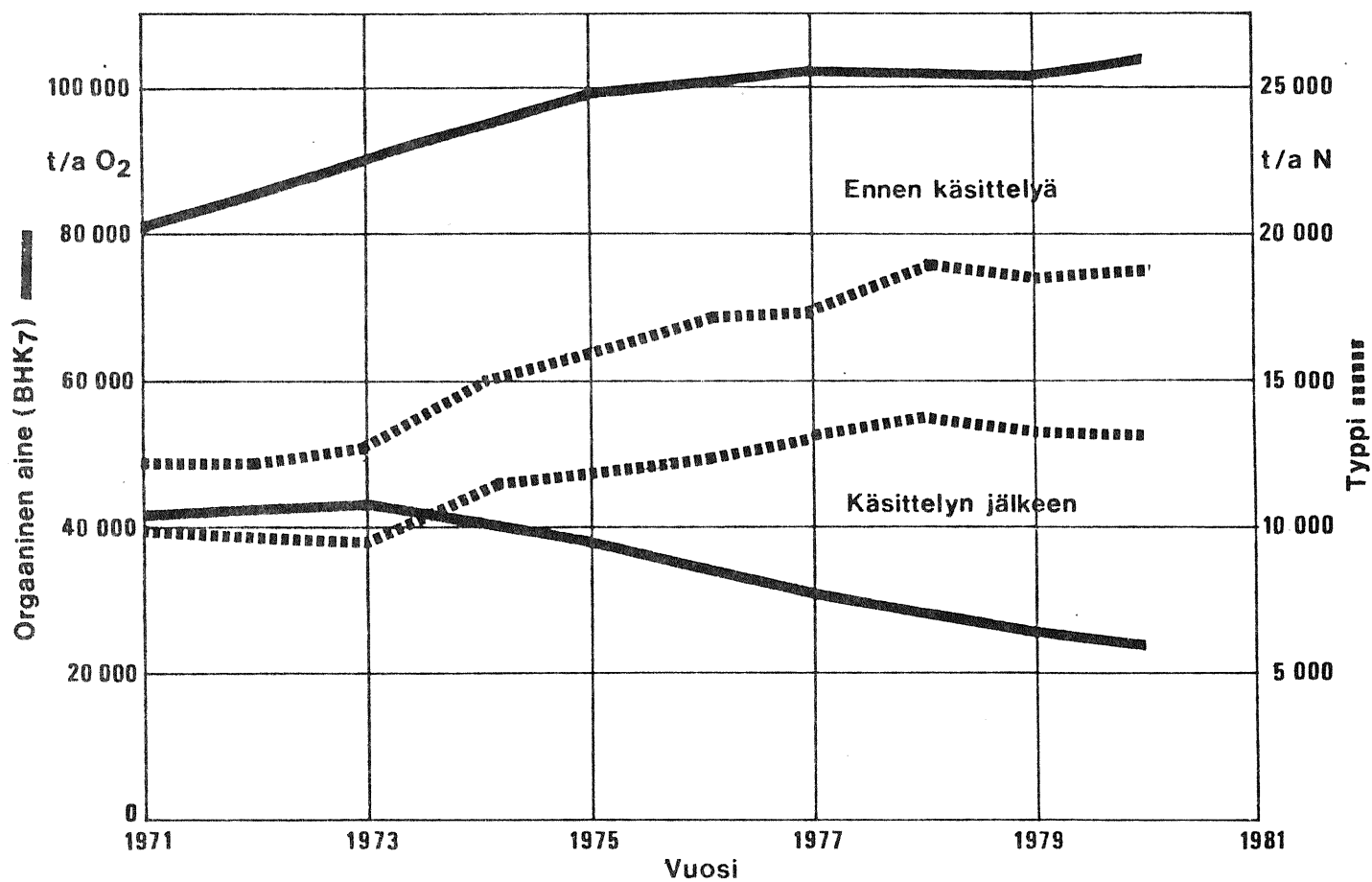
1.1.4 Jätekuorma

Viemäriverkoista puhdistamoille johdettu jätevesikuormitus kasvoi liittyjämäärän noustessa varsinkin 1970 luvun alkupuolella (taulukko 2, kuva 5). Sen sijaan vuosikymmenen loppupuolella kasvu osittain pysähtyi. Kun vuonna 1971 johdettiin puhdistamoille orgaanista kuormitusta BHK₇:nä mitattuna 80 000 t/a O₂, oli määrä vuonna 1980 104 000 t/a O₂. Fosforikuormituksen määrä on lisääntynyt vuoden 1971 arvosta 2 700 t/a P määrään 4 100 t/a P vuonna 1980. Vastaavat luvut typen osalta ovat 12 400 t/a N vuonna 1971 ja 19 100 t/a N vuonna 1980.

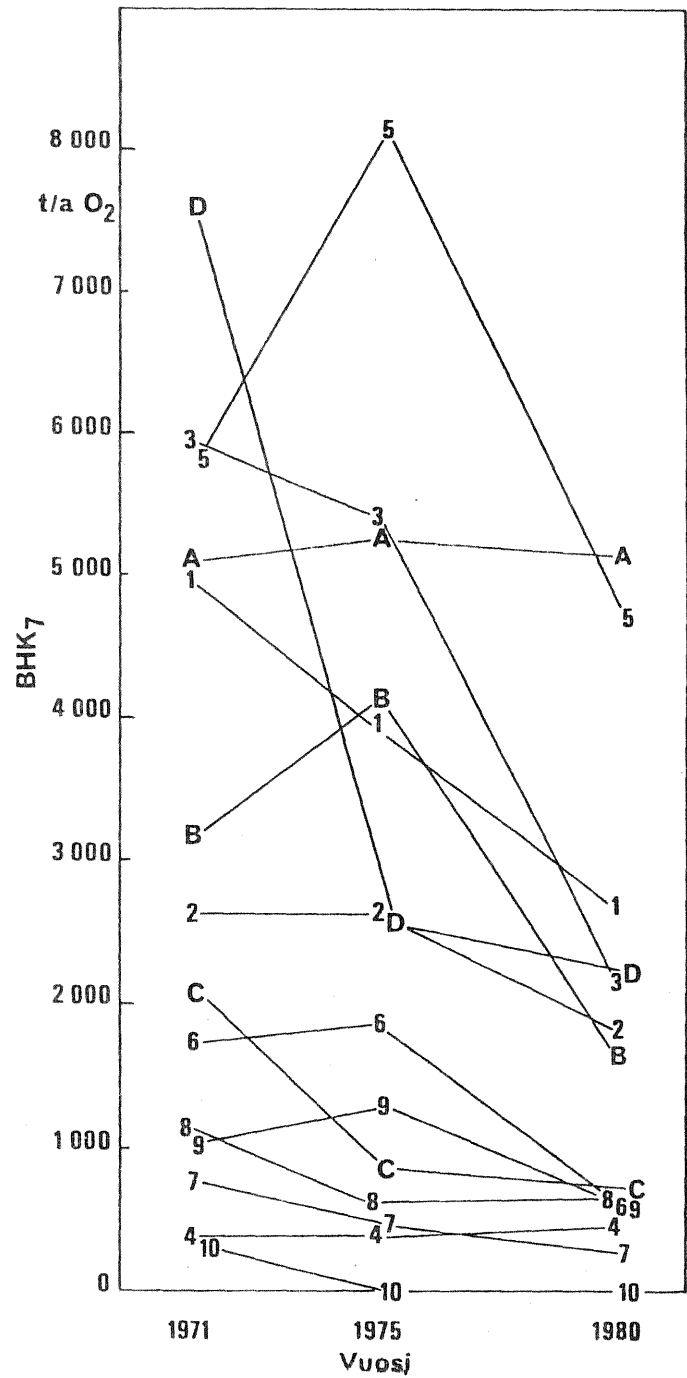
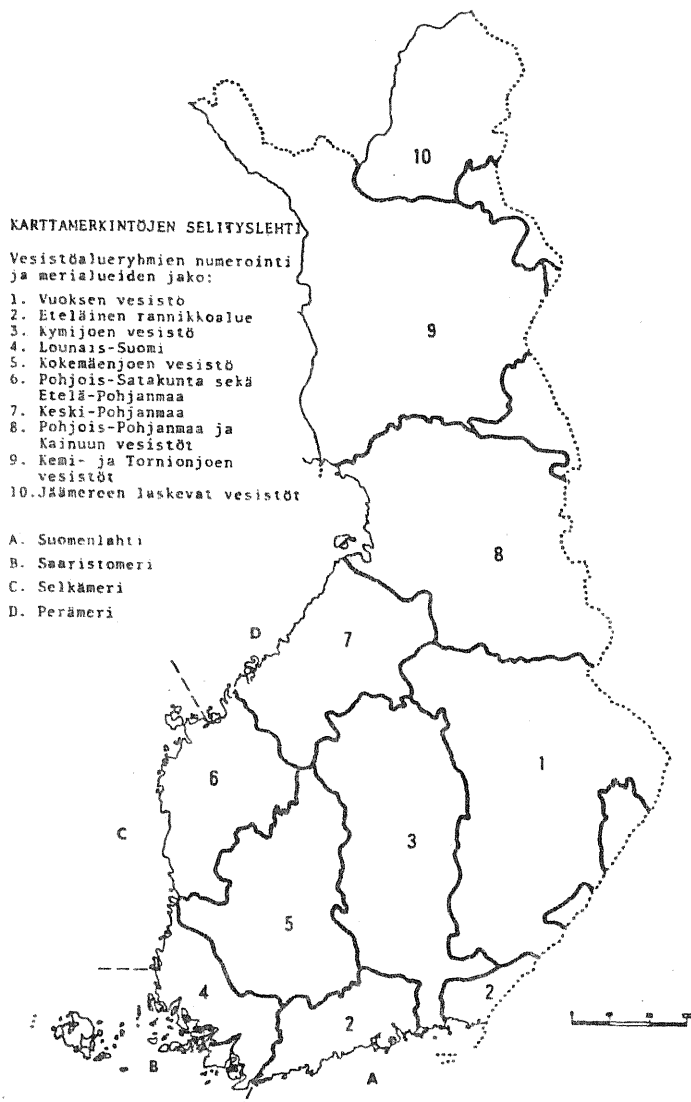
1970 -luvulla voimakkaasti tehostuneen jätevesien puhdistuksen ansiosta vesistöön joutuva kuormitus aleni orgaanisen aineen (BHK₇) ja fosforin osalta koko vuosikymmenen ajan. Vesistöön joutuva typpikuormitus sitä vastoin on noussut koko ajan, koska käytössä olevat käsittelymenetelmät eivät poista typpeä tehokkaasti. Valtakunnalliset kuormitusarvot on esitetty taulukossa 2 ja kuvassa 5. Kuvassa 6 esitetään kuormituksen kehittyminen vesistöalueryhmittäin 1970 -luvulla.

Taulukko 2. Yhdyskuntien viemärilaitosten jätevesivirtaama ja jätekuormat vuosina 1971-1980.

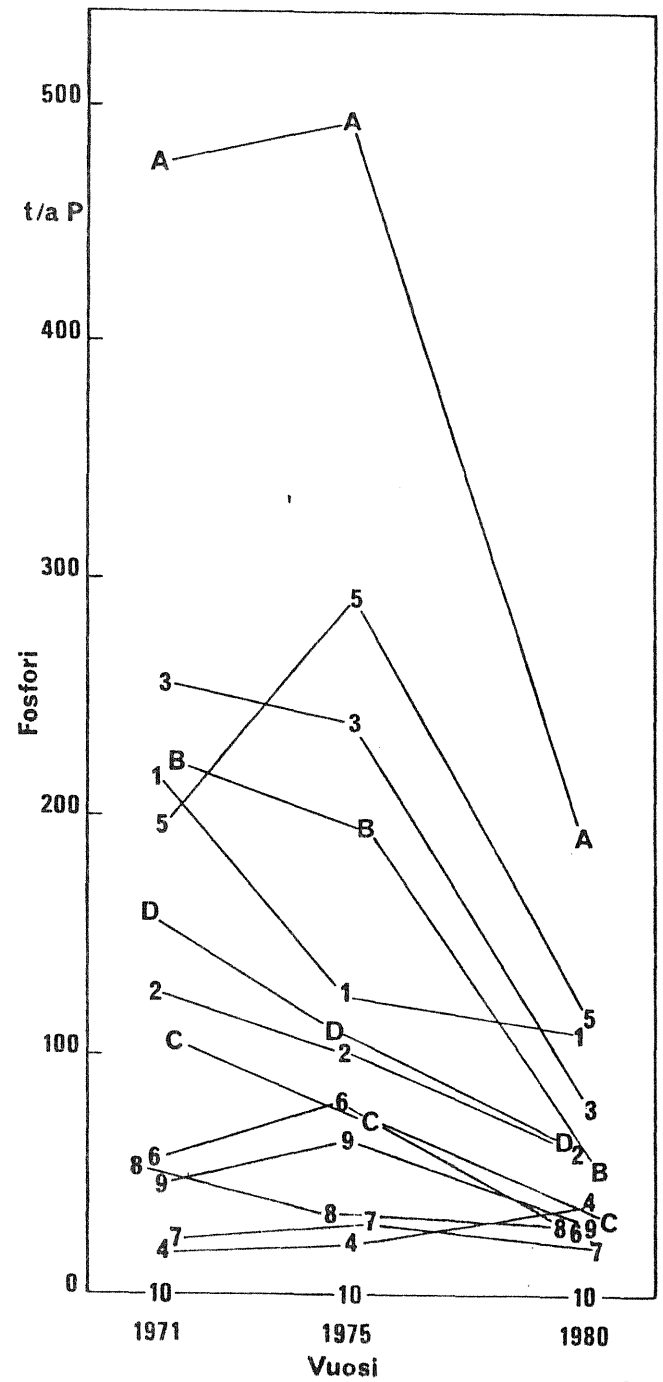
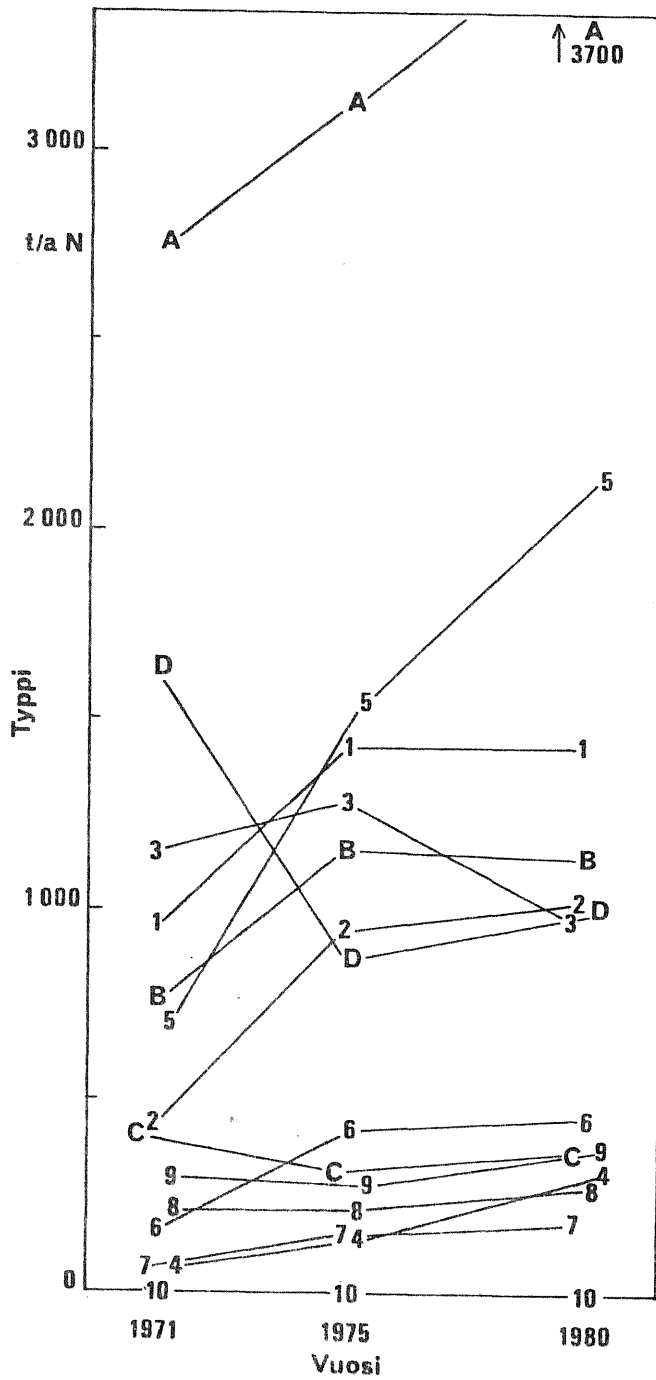
Kuormitus	V u o s i									
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
<u>Virtaama (milj. m³)</u>	-	218	397	508	492	450	480	452	491	487
<u>BHK₇</u>										
tuleva jätevesi (t/a O ₂)	81 000	89 000	91 000	101 000	99 900	106 100	102 200	106 800	101 700	103 500
lähtevä jätevesi (t/a O ₂)	42 000	46 100	42 900	41 300	37 700	30 800	31 000	27 700	25 500	23 600
vähennä (%)	48	48	53	59	62	71	70	74	75	77
<u>Kokonaisfosfori</u>										
tuleva jätevesi (t/a P)	2 700	2 850	3 300	3 500	3 700	4 000	4 300	4 300	4 000	4 100
lähtevä jätevesi (t/a P)	2 000	2 100	2 200	2 100	1 900	1 600	1 500	1 300	900	800
vähennä (%)	26	26	33	40	49	60	65	70	77	80
<u>Kokonaistyyppi</u>										
tuleva jätevesi (t/a N)	12 400	12 400	12 800	15 000	15 900	17 300	17 300	19 000	18 600	19 100
lähtevä jätevesi (t/a N)	9 700	9 600	9 600	11 200	11 700	12 300	12 800	13 500	13 300	13 100
vähennä (%)	22	23	25	25	26	29	26	29	28	31



Kuva 5. YHDYSKUNTIEN JÄTEVESIEN ORGAANISEN AINEEN, TYPEN JA FOSFORIN KUORMITUS 1971-1980.



Kuva 6a. YHDYSKUNTIEN JÄTEVESIEN LÄHTEVÄ BHK₇-KUORMITUS VESISTÖALUERYHMITÄIN VUOSINA 1971, 1975 JA 1980.



Kuva 6b. YHDYSKUNTIEN JÄTEVESIEN LÄHTEVÄ TYPPI- JA FOSFORI-KUORMITUS VESISTÖALUERYHMITÄIN VUOSINA 1971, 1975 JA 1980.

Vuonna 1974 esitettiin vesihallituksen vesiensuojeluohjelmassa " Vesiensuojelun periaatteet vuoteen 1985 " yhdyskuntien jätevesikuormituksen tavoitetasoksi vuonna 1980 22 000 t/a O₂ BHK₇ -arvona, 1 100 t/a P ja 14 000 t/a N. Vuonna 1980 fosforin kuormitusmäärä oli selvästi tavoittelukua pienempi, typen hieman pienempi ja BHK₇ -määrä hieman tavoittelukua suurempi.

Yhdyskuntien viemärilaitoksiin liittyneen teollisuuden jätevedet sisältävät usein sellaisia jätteaineita, jotka edellyttävät esikäsittelyä ennen puhdistamoille johtamista. Ne saattavat sisältää myös ympäristölle haitallisia ja myrkyllisiä aineita, joiden esiintymistä ja merkitystä selvitetään projektin myrkyryhmän työssä. Ilmeistä on, että asiaa koskevat tiedot ovat vielä sangen puutteellisia. Parhaiten tunnettaneen jätevesilietteeseen sitoutuvien raskasmetallien määrä (vrt. 1.3.2).

1.1.5 Yhdyskuntien jätevesien käsittely ja lupavelvoitteet Ruotsissa

Ruotsissa lähes kaikki taajamien asumisjätevesi käsitellään ennen vesistöön laskua ja käsittelyvaatimukset ovat suhteellisen tiukat.

Vuonna 1980 Ruotsissa oli 1 300 yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoa, joilla käsiteltiin lähes seitsemän miljoonan ihmisen jätevedet /3/. Valtaosa puhdistamoista oli joko biologis-kemiallista (74 %) tai biologista (20 %) tyyppiä.

Puhdistusvaatimukset keskittyvät Ruotsissa kuten Suomessakin fosforin ja orgaanisen aineen vähentämiseen. Kun valtaosalla Suomen puhdistamoista on käytössä rinnakkaissaostusmenetelmä on Ruotsissa keskitytty jälkisaostusmenetelmään, mikä on johdettu valtion avustuspoliitikasta. Avustusmäärä on ollut sidoksissa puhdistustehoon. Rinnakkaissaostus on kuitenkin yleistymässä myös Ruotsissa jälkisaostusta alhaisempien käyttökustannustensa vuoksi.

Yleiset raja-arvot lähtevälle jätevedelle Ruotsin jälkisaostuslaitoksilla ovat seuraavat BHK7 15 mg/l O₂ ja fosfori 0,5 mg/l P /3/. Puhdistamojen toimivuusselvityksen mukaan vuonna 1977 olivat jälkisaostuslaitoksilta lähtevän jäteveden BHK7 - arvot keskimäärin 10 mg/l O₂ ja fosforipitoisuus 0,5 mg/l P. Rinnakkaissaostuslaitoksilla arvot olivat 28 mg/l O₂ ja 1,5 mg/l P.

Ruotsin asumisjätevesien puhdistuksessa keskitytään tälläkin hetkellä fosforikuormituksen edelleen pienentämiseen nykyisiä puhdistusmenetelmiä parantamalla. Samalla tavoitellaan kuitenkin myös alhaista kustannustasoa. Viime vuosina on huomiota kohdistettu myös asumisjätevesien myrkkynuormitukseen, ammoniumin happea kuluttavaan vaikutukseen, typen poistoon ja järvien happamoitumisen johdosta myös jätevesien alkaliniteettiin.

1.2 Yhdyskuntien hule- ja vuotovedet

1.2.1 Hulevesien laatu

Hulevesien jätekuormalla on suuri joukko erityyppisiä lähteitä. Ilma-peräisen kuorman ja korroosion ohella ovat kuormittavia tekijöitä valumapinnoille joutuvat kiinteät jätteet, roskat, eläin- ja kasvijätteet, ajoneuvojen pakokaasupäästöt suoraan valumapinnoille, ajoneuvojen renkaiden ja muiden osien kulumistuotteet, katujen ja muiden pintojen eroosiotuotteet sekä ajoväylien suolaukseen, nurmikkojen lannoitukseen ja kasvinsuojeluun käytettävät kemikaalit. Hulevesien laadulle on täten ominaista voimakas vaihtelu, jota esiintyy sekä erityyppisten alueiden välillä että yhdellä alueella.

Verrattuna käsitellyn asumisjätevedet pitoisuuksiin sisältää hulevesi enemmän raskasmetalleja, suunnilleen saman verran orgaanista ainetta, mutta pienempiä määriä ravinteita /4,5,6,7/. Lisäksi on huomattava, että hulevesien hygieeninen laatu on heikohko.

1.2.2 Hulevesien jätekuorma

Suomalaisissa olosuhteissa ovat taajama-alueiden hulevesien aiheuttamat ainehuuhtoutumat taulukossa 3 esitettyä suuruusluokkaa.

Taulukko 3. Hulevesivalunnan aiheuttamien vuotuisten ainehuuhtoutumien suuruusluokka suomalaisilla taajama-alueilla /4,5,6,7/.

Parametri	Yksikkö	Huuhtoutuma	
BHK ₇	t/km ² /a O ₂	1,0	- 10
Fosfori	t/km ² /a P	0,020	- 0,20
Typpi	t/km ² /a N	0,20	- 1,0
Lyijy	t/km ² /a Pb	0,010	- 0,15
Sinkki	t/km ² /a Zn	0,020	- 0,15
Kupari	t/km ² /a Cu	0,0030	- 0,050
Kadmium *	t/km ² /a Cd	0,00010	- 0,00050

* Luvuissa epävarmuutta

Ilmakehästä laskeumana tulevat epäpuhtaudet muodostavat oleellisen peruskuorman taajamien hulevesiin. Ilmaperäisen kuormituksen osuus on seuraavaa suuruusluokkaa /4,6,7/ : orgaaninen aine 1/4-1/3, fosfori 1/4, typpi 1/2-2/3, lyijy 1/5-1/4, sinkki 1/10-1-5 ja kupari 1/4-1/3.

Suomen yhdyskuntien viemärilaitosten hulevesien määrää ei pystytä tarkasti laskemaan olemassa olevien tilastojen avulla. Syynä tähän on luotettavien viemärointialueen (valuma-alueen) pinta-alatietojen puuttuminen. Toisena epävarmuustekijänä on sekaviemäröityjen alueiden osuus, jota myöskään ei ole esitetty julkaistuissa tilastoissa.

Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen tulosten avulla on teoreettisesti laskettu, että erillisviemäröintijärjestelmässä, jossa jätevesi käsitellään biologis-kemiallisesti, käsittelemätön hulevesi edustaa keskimäärin seuraavaa osuutta koko järjestelmän vuotuiskuormituksesta /5/ : BHK₇ 10 - 20 %, fosfori 5 - 10 %. typpi alle 5 %, lyijy yli 90 %. Tällä perusteella voidaan arivoida, että yhdyskuntien viemärilaitosten käsittelemättömien hulevesien aiheuttama vesistökuormitus on noin 10 % käsiteltyjen jätevesien aiheuttamasta biokemiallisesta hapenkulutuksesta, 5 % fosforista ja noin 2 % typestä.

Hulevesitutkimuksen tulosten mukaan on hulevesien aiheuttama orgaanisen aineen ja ravinteiden kuormitus Suomen oloissa suhteellisen pieni verrattuna jätevesien aiheuttamaan kuormitukseen. Suoritettujen laskelmien perusteella voidaan päätellä, että erillisjärjestelmä aiheuttaa sekajärjestelmää pienemmän orgaanisen aineen ja ravinteiden kuormituksen. Raskasmetallien huuhtoutumisen kannalta erillisjärjestelmä sen sijaan on vesiensuojelullisesti kiistatta sekajärjestelmää heikompi.

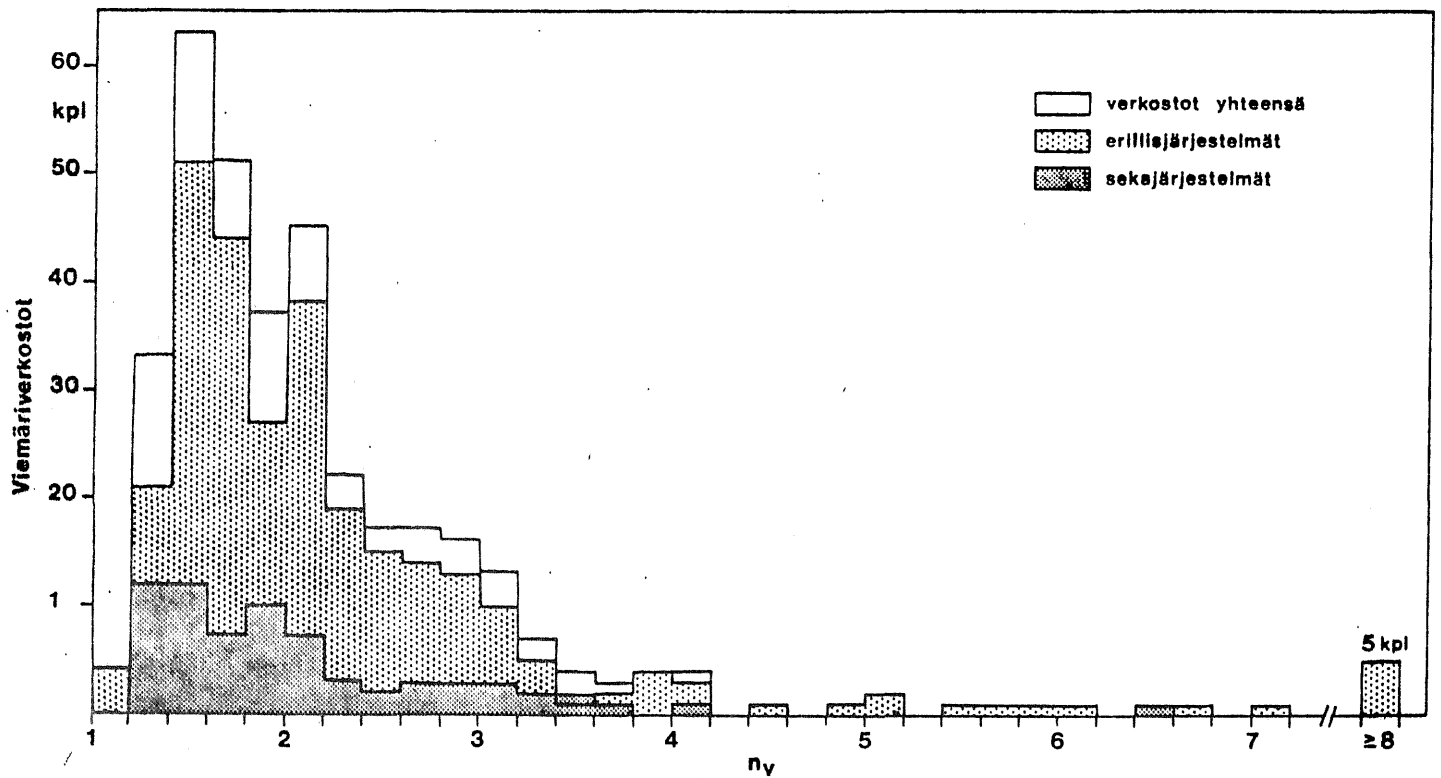
Hulevesivalunnan aiheuttamat pinta-alayksikköä kohti lasketut fosforihuuhtoutumat ovat samaa suuruusluokkaa kuin hajakuormitukselle Suomessa esitetyt ominaiskuormitusarvot; keskustamaiten alueiden ominaiskuormitus on kuitenkin korkeampi kuin hajakuormituksen keskimäärin. Hulevesivalunnan typpihuhtoutumat ovat sen sijaan alempia kuin hajakuormitukselle keskimäärin esitetyt arvot.

1.2.3 Hule- ja vuotovesien merkitys puhdistamoilla

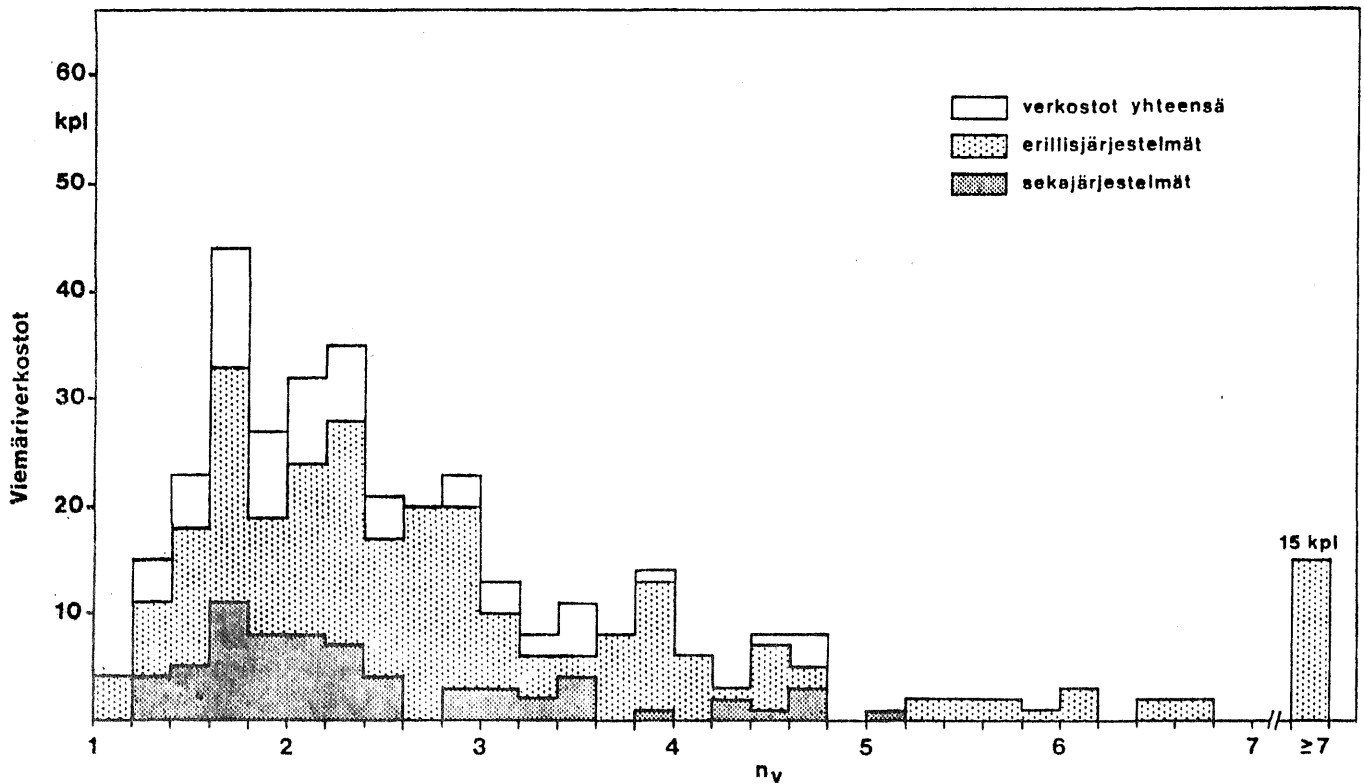
Vesipiirien vesitoimistojen vuoto- ja hulevesi-investointien perusteella vuoto- ja hulevedet ovat useimpien viemärilaitosten ongelmia huhti-toukokuussa sekä kesällä ja syksyllä voimakkaiden tai pitkään jatkuneiden sateiden jälkeen /8/. Viemäriverkostojen keskimääräisen vuoto- ja hulevesikertoimen mediaani on noin 2 (kuva 7a) eli joka toisen verkoston vuoden keskivirtaamasta puolet tai enemmän on lähes puhtaita vuoto- ja hulevesiä. Yleensä huhti-toukokuussa sattuvan viemäriverkoston virtaaman kevätmaksimin aikana vuotovesikertoimen mediaani on

lähes 3 (kuva 7b). Yleensä lähes puhtaat hule- ja vuotovedet ovat ongelmana yli 80 prosentilla viemäriverkostoista. Vuositasolla ne varaavat puhdistamon kapasiteetista 10 - 30 prosenttiyksikköä ja monissa tapauksissa enemmän. Huhti-touku-kuussa hule- ja vuotovedet varaavat puhdistamojen kapasiteetista 30 - 40 prosenttiyksikköä ja useissa tapauksissa enemmän-

Arviolta 70 - 100 puhdistamolla hule- ja vuotovedet lisäävät puhdistamolta vesistöön johdettavan orgaanisen aineen ja fosforin kuormitusta 30 - 50 prosentilla tai enemmän.



Kuva 7a. VIEMÄRIVERKOSTOJEN LUKUMÄÄRÄN JAKAUTUMINEN VUOTUISEN VUOTO-JA HULEVESIKERTOIMEN n_v PERUSTEELLA; $n_v = \frac{\text{vuotuinen } Q \text{ kesk.}}{\text{vuotuinen } Q \text{ min.}}$. INVENTOITUJA VERKOSTOJA 364 kpl, JOISTA ERILLISJÄRJESTELMIÄ 293 kpl JA SEKAJÄRJESTELMIÄ 71 kpl.



Kuva 7b. VIEMÄRIVERKOSTOJEN LUKUMÄÄRÄN JAKAUTUMINEN HUHTI-TOUKOKUUN VUOTO-JA HULEVESIKERTOIMEN n_{h-t} PERUSTEELLA; $n_{h-t} = \frac{\text{huhti-toukok. } Q \text{ kesk.}}{\text{vuotuinen } Q \text{ min.}}$. INVENTOITUJA VERKOSTOJA 364 kpl, JOISTA ERILLISJÄRJESTELMIÄ 293 kpl JA SEKAJÄRJESTELMIÄ 71 kpl.

1.3 Yhdyskuntien jätevesilietteet

1.3.1 Lietteiden määrä

Jätevedenpuhdistamoiden rakentamisen myötä on myös lietteen määrä kasvanut voimakkaasti. Lietteiden määrä oli 1970 -luvun alussa noin 40 000 tonnia kuiva-ainetta (tTS) vuodessa. Vuosikymmenen puolivälissä määrä oli 72 000 tTS ja vuonna 1980 jo yli 100 000 tTS. Tulevaisuudessa liettemäärä ei merkittävästi kasvane, koska valtaosa yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoista on jo rakennettu. Lietteiden vuotuinen kuutiometrimäärä on nykyisin noin 930 000 m³. Tulevaisuudessa se saattaa jopa laskea, koska lietteiden kuivaus tulee yleistymään myös pienillä puhdistamoilla.

Vesiensuojelun kannalta ongelmallinen on myös sakokaivoliete, jota arvioidaan syntyvät vuosittain 200 000 - 300 000 m³. Suurin osa ajetaan suoraan kaatopaikoille.

1.3.2 Lietteiden laatu

Kuiva-ainepitoisuus on tärkeä lietteiden kuljetustalouden, levitystekniikan ja käyttökohteessa mahdollisesti ilmenevien ympäristöhaittojen kannalta. Koneellisesti kuivatun lietteiden TS -pitoisuus jää useimmiten 13 - 18 %:iin ja vielä alemmaksi. Lietteiden hyötykäytön edistämiseksi olisi lietteiden kuivausta tehostettava niin, että päästään yli 17 %:n TS -pitoisuuteen. Tämä on usein toteutettavissa kustannuksia lisäämättä pelkästään lietelinkojen ja suotonauhapuristimien käytön optimoinnilla.

Lietteiden pääravinne- ja raskasmetallipitoisuuksissa ei ole tapahtunut ratkaisevia muutoksia 1970 -luvulla (taulukko 4).

Taulukko 4. Suomen jätevesilietteiden metallipitoisuuksien mediaaniarvot (määritysten keskimmäiset arvot) ja maanviljelyskäyttöön kelpaavan lietteen suurimmat sallitut metallipitoisuudet.

Metalli	Mediaani mg/kg kuiva-ainetta	Suurin sallittu pitoisuus mg/kg kuiva-ainetta
Kadmium	5,6	30
Koboltti	23,0	100
Kromi	46,0	1 000
Kupari	160,0	3 000
Elohopea	3,0	25
Mangaani	350,0	3 000
Nikkeli	52,0	500
Lyijy	150,0	1 200
Sinkki	920,0	5 000

* Lääkintöhallituksen yleiskirje 1637

Korkea raskasmetallipitoisuus on harvoin rajoittanut lietteen hyötykäyttöä. Tällöin ovat olleet kyseessä lähinnä kadmiumin, lyijyn ja kromin korkeat pitoisuudet. Raskasmetallien määrät riippuvat yksinomaan viemäriverkostoon päästettävän teollisuusjäteveden laadusta. Teollistuminen lisää yleensä metallien määriä, mutta toisaalta teollisuuden jätevesien laatuun kiinnitetään nykyisin aiempaa enemmän huomiota. Näin ollen on oletettavaa, etteivät lietteiden metallipitoisuudet nouse lähivuosina kovinkaan voimakkaasti. Sekaviemäröidyillä alueilla liikenteestä tuleva lyijy kohottaa lietteen lyijypitoisuuksia.

Kemiallisiin ja biologis-kemiallisiin jätevedenpuhdistusmenetelmiin siirtyminen lisää lietteeseen saostuvien ravinteiden, lähinnä fosforin ja kalsiumin määriä. Lietteiden orgaanisen aineen määrä on käsittelytavasta riippuen 50 - 80 % kuiva-ainesta. Lähitulevaisuudessa ei lietteiden biologisissa ominaisuuksissa ole odotettavissa suuria muutoksia.

1.3.3 Lietteiden käsittely ja sen kustannukset

Lietteen kuivaus on järjestetty 150 puhdistamolla, mikä on 27 % puhdistamojen lukumäärästä. Puhdistamoilta poisvietävän lietteen kokonaiskuiva-ainemäärästä on kuitenkin lähes 90 % kuivatua ja kuutiometrimäärästäkin noin 57 %, koska kuivaus on järjestetty suurimmilla paljon lietettä tuottavilla laitoksilla.

Sakokaivolietettä käsitellään puhdistamoilla toistaiseksi melko vähän. Myöskään muunlaista käsittelyä sille ei ole järjestetty, vaan pääosa ajetaan varsinkin taajamissa suoraan kaatopaikoille. Haja-asutusalueilla sakokaivoliete yleensä sijoitetaan viljelysten lannoitteeksi.

Lietteen käsittelyn osuus puhdistamoiden investointikustannuksista on keskimäärin 20 - 25 %. Lietteen käsittelyn käyttökustannusten osuus puhdistamoiden käyttökustannuksista on 25 - 35 %. Noin kolmannes kuivauksen käyttökustannuksista on polyelektrolyyttikustannuksia ja yksi kolmannes palkkakustannuksia. Kaikkien laitosten keskimääräiset lietteen kuivatuskustannukset olivat v. 1978 hintatasossa 225 mk/tTS. Vuoden 1982 hintatasoon laskettuna nämä kustannukset ovat noin 370 mk/tTS. Jos oletetaan, että koko nykyinen liettemäärä kuivattaisiin koneellisesti, olisivat kustannukset 40 milj. mk vuodessa. Nykyiset vuotuiset lietteen käsittelykustannukset ovat noin 23 milj. mk.

1.3.4 Lietteiden sijoitus

Puhdistustoiminnan lisääntyessä ja tehostuessa on lietteen käsittelystä ja sijoittamisesta tullut useille puhdistamoille ongelma. Kaatopaikoille ajettuna liete aiheuttaa hoitovaikeuksia ja usein pinta- ja pohjavesien pilaantumista.

Tällä hetkellä menee kokonaisliettemäärästä hyötykäyttöön noin 35 %, josta 2/3 viljelyksille ja 1/3 viherrakennustarkoitukseen. Tilapäisiin varastoihin tai kaatopaikoille joutuu 65 % lietteestä. Pohjoismaihin verrattuna Suomi on lietteen hyötykäytössä keskitasolla, sillä Ruotsissa ja Tanskassa sijoitettiin yhdyskuntien jätevesilietteistä vuonna 1981 hyötykäyttöön

yli 40 % ja Norjassa 18 %. Vesihallinnon tavoitteena on lisätä lietteen hyötykäyttöä ja muuta vesiensuojelullisesti turvallista lietteen sijoittamista siten, että 1980 -luvun puoli-
väliin mennessä kaatopaikoille ajettaisiin enintään 30 % lietemäärästä.

1.4 Jätehuollon aiheuttama kuormitus

1.4.1 Jätteen määrä

Vesiviranomaisten vuonna 1974 suorittaman kaatopaikkainventaation mukaan maassamme oli käytössä noin 800 yhdyskuntien ja 50 teollisuuslaitosten kaatopaikkaa. Nykyään yhdyskuntien kaatopaikoille tuodaan vuosittain kiinteätä yhdyskunta- ja teollisuusjätettä noin 2,0 miljoonaa tonnia. Teollisuuslaitosten kaatopaikoille kertyy erilaisia teollisuusjätteitä noin 1,0 miljoonaa tonnia vuodessa. Kaatopaikoille tuotavista teollisuusjätteistä osa on ns. ongelmajätteitä, joiden laadusta ja määrästä ei kuitenkaan ole tarkkoja tietoja käytettävissä. Kaatopaikkatoiminnan keskittämistarve, muiden jätehuoltoratkaisujen - esim. siirtokuormausasemien - yleistyminen ja pyrkimys ohjata jätettä hyötykäyttöön aiheuttavat sen, että em. luvuissa tulee tapahtumaa 1980 -luvulla vähenemistä.

1.4.2 Kaatopaikkojen valvonta

Ennen vuotta 1979 olivat vesiviranomaisten mahdollisuudet vaikuttaa kaatopaikkojen vesiensuojelukysymyksiin puutteelliset. Kaatopaikkakysymyksiä käsiteltiin lähinnä niistä jo aiheutuvia haittoja koskevien valitusten perusteella, minkä lisäksi terveyslautakuntien sijoituspaikkalupia myönnettäessä voitiin, vaikkakaan ei systemaattisesti, esittää vesiensuojelua koskevia näkemyksiä.

Kaatopaikkojen saattaminen ennakoilmoitusmenettelyn piiriin on olennaisesti parantanut tilannetta, ja vesiensuojelutoimenpiteet voidaan nykyisin toteuttaa oikea-aikaisesti ja täysimittaisesti. Vanhoja, ilmoitusvelvollisuuden ulkopuolella olevia kaatopaikkoja on myös ryhdytty valvomaan järjestelmällisesti, joskaan voimavarojen niukkuuden takia tätä tehtävää ei ole voitu kaikissa vesipiireissä vielä saattaa päätökseen. Kaatopaikkojen vesistökuormituksesta on vielä niukasti tutkimustuloksia käytettävissä.

1.4.3 Kaatopaikkojen valuma- ja suotovesien laatu ja niiden aiheuttama kuormitus

Useimmilla pienillä ja keskikokoisilla kaatopaikoilla puhdistamo- ja sakokaivolietteen tuonti määrää valuma- ja suotovesistä aiheutuvan kuormituksen suuruuden. Kaatopaikkavesien tavallisimmat kuormitustekijät ovat typpi, orgaaninen aine, kiintoaine, rauta, sinkki ja muut raskasmetallit. Pitoisuudet vaihtelevat tuntuvasti. Pienehköillä kuivan jätteen kaatopaikoilla valuma- ja suotovedet vastaavat usein likaisuusasteeltaan keskinkertaisesti käsiteltyä asumajätevettä, mutta lietteiden tuonnin aiheuttamien kuormitushuippujen aikana BHK₇ -arvo saattaa olla 5 000 - 20 000 mg/l O₂ ja typpipitoisuus 200 - 300 mg/l N.

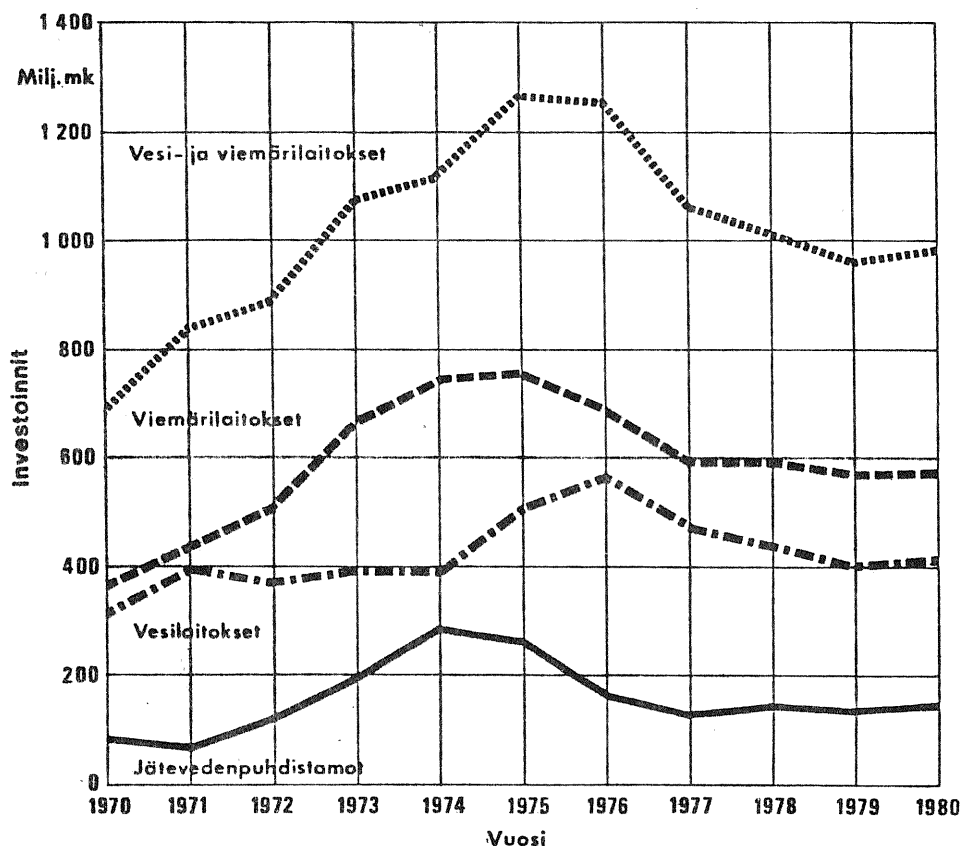
Eräillä harvoilla kaatopaikoilla käytettyjä valuma- ja suotovesien käsittelymenetelmiä ovat suoimetys, lammikointi ja rinnevalutus. Monilla pienillä kaatopaikoilla ei vesiä käsitellä lainkaan, vaan ne laimenevat ja puhdistuvat virratessaan kuivatusojissa ja luonnonuomissa. Muita kaatopaikkavesistä aiheutuvien haittojen vähentämismahdollisuuksia ovat johtaminen yhdyskunnan jätevedenpuhdistamolle, sadettaminen, purkupaikan siirto ja valumavesien säännöstelty johtaminen.

1.5 Yhdyskuntien vesiensuojelu- ja viemärilaitosinvestoinnit

1.5.1 Vesiensuojeluinvestoinnit

Yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointeihin kuuluvat lähinnä jätevedenpuhdistamoinvestoinnit ja vesiensuojelullisten näkökohtien huomioon ottamisen vuoksi huomattavan suuria lisäkustannuksia vaativien purku- ja siirtoviemäreiden sekä niihin liittyvien pumppaamoiden rakentamisesta aiheutuvat investoinnit. Vesiensuojeluinvestoinnit ovat vuosina 1971 - 1980 olleet keskimäärin 34 % viemärilaitosinvestoinneista ja noin 20 % yhteenlasketuista vesi- ja viemärilaitosinvestoinneista.

Vesiensuojeluinvestointien ja niihin sisältyvien puhdistamoinvestointien huippu oli vuonna 1974 (340 milj. mk vuoden 1980 hintatasossa). Sen jälkeen puhdistamoinvestointien kuten muidenkin vesiensuojeluinvestointien reaaliarvo on alentunut noin puoleen huippuvuosien tasosta. Muut viemärilaitosinvestoinnit samoin kuin vesilaitosinvestoinnitkin kasvoivat vuoteen 1976 asti, mutta alkoivat laskea vuosikymmenen lopulla kuten muutkin investoinnit. Vuoden 1980 hintatasossa (rak. kust.ind. 100) muut viemärilaitosinvestoinnit olivat vuonna 1976 470 milj. mk ja 1980 391 milj. mk. Vastaavat vesilaitosinvestoinnit olivat 565 milj. mk ja 405 milj. mk (kuva 8).



Kuva 8. YHDYSKUNTIEN VESI- JA VIEMÄRILAITOSINVESTOINNIT VUODEN 1980 HINTATASOSSA (rak. kust. ind. 100).

1.5.2 Viemärilaitoskustannukset

Viemärilaitosten käyttö- ja kunnossapitomenot ovat lisääntyneet reaaliarvoltaan voimakkaasti 1970 -luvulla, mikä on aiheutunut mm. jätevedenpuhdistamoiden määrä lisääntymisestä tänä aikana.

Vuonna 1980 viemärilaitosinvestoinnit olivat 573 milj. mk, varsinaiset käyttömenot 298 milj. mk sekä pääomakustannukset, korot ja poistot 570 milj. mk, kun tulot jätevesimaksuista ovat olleet noin 538 milj. mk. Pääomakustannuksista korkojen osuus oli noin 43 % ja poistojen 57 %. Tämän mukaan pääomakustannuksista ja käyttömenoista on 330 milj. mk jouduttu peittämään vero- ja lainavaroin. Jos verrataan jätevesimaksutuloja käyttömenoihin ja saman vuoden investointeihin, on näistä vero- tai lainavaroin peitetty 333 milj. mk vuonna 1980.

1.5.3 Valtion rahoitus

Yhdyskuntien vesi- ja viemärilaitosinvestointien ensisijainen rahoitusvastuu kuuluu kunnille ja vesihuoltoyhtymille. Valtio tukee vesihuoltolaitteiden rakentamista maksamalla korkotukea luottolaitosten myöntämistä lainoista, tekemällä ns. valtion vesihuoltotöitä, myöntämällä vesihuoltoavustuksia ja antamalla apua työttömyyden lieventämiseen. Vuonna 1980 valtion tuen osuus oli noin 6 % yhdyskuntien vesi- ja viemärilaitosinvestoinneista. Valtion rahoitusta suunnattiin 1970 -luvulla voimakkaasti vesiensuojeluinvestointien tukemiseen (taulukko 5).

Taulukko 5 Valtion rahoitus (Mmk) yhdyskuntien vesiensuojeluinvestointeihin ao. vuoden hintatasossa.

Rahoitusmuoto	Valtion rahoitus (milj. mk) vuonna									
	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Vesiensuojeluinvestoinnit	37	66	126	187	181	145	129	147	153	182
Vesiensuojelu- ja vesihuoltoavustukset 1)	-	-	2	5	12	9	8	7	0	5,5
Valtion vesiensuojelu- ja vesihuoltotyöt 2)	-	2,7	5,2	5,2	7,4	9,2	7,9	8,5	9,2	10,3
Valtionapu työttömyyden lieventämiseen	-	-	-	0,1	1,6	0,5	-	0,4	0,7	0,1
Korkotukilainat	6	9,6	12,8	14,0	35,8	20,2	16,8	25,3	67,8	35,3

1) Vesiensuojeluavustukset v. 1973 - 1978

2) Vesiensuojelutyöt v. 1972 - 1978

Vuosina 1973 - 1978 myönnettyjen vesiensuojeluavustusten suuruuteen vaikutti mm. jätevedenpuhdistamon puhdistustaso. Yhdyskuntien vesihuoltotoimenpiteiden avustamisesta annetun lain (56/80) 4 §:n mukaan voidaan vesihuoltoavustusta myöntää enintään 50 prosenttia kustannuksista, mikäli erityisen vesiensuojelullisten syiden vuoksi jätevesien käsittelylle ja johtamiselle asetetaan olennaisesti ankarampia vaatimuksia kuin yleensä. Normaalisti avustusta voidaan myöntää enintään 30 prosenttia kustannuksista.

1.6 Yhdyskuntien vesiensuojelua koskeva tutkimusohjelma

Yhdyskuntien vesiensuojelututkimus on suurelta osin luonteeltaan teknistä tutkimusta, johon seuraavassa lähinnä keskitytään.

SITRA:n VVY -projektin esitutkimuksessa arvioitiin maassamme 1970 -luvun alkupuolella käytetyn VVY -alan (yhdyskuntien vesi- ja jätehuolto) tutkimukseen noin 23 milj. mk vuodessa /9/*. Tästä noin 5 milj. mk kohdistui välittömästi käyttö- ja viemärivereden käsittelyyn sekä vedenjakeluun ja viemärivereden johtamiseen.

Yhdyskuntein vesiensuojeluun välittömästi liittyvää tai sitä sivuavaa tutkimus- ja kehitystyötä tehdään useissa organisaatioissa ja toimintaa leimaa hajanaisuus. SITRA:n rahoittama VVY -projekti pystyi 1970 -luvun puolivälissä toiminta-aikanaan jossain määrin suorittamaan alan tutkimuksen koordinointia. Tutkimusmahdollisuuksien pysyvään parantamiseen ei kuitenkaan ole päästy. Julkisen sektorin voidaan arvioida rahoittavan yli puolet alan tutkimuksesta.

Tärkeimmät alan perustutkimusta tekevät laitokset ovat Teknillinen Korkeakoulu, Tampereen teknillinen korkeakoulu, Oulun yliopisto (teknillinen tiedekunta), Helsingin yliopisto ja vesihallituksen vesientutkimuslaitos.

Edellä mainituissa laitoksissa tehdään myös alan sovellettua tutkimusta. Tärkeimmät sovelletun tutkimuksen ja kehitystyön suorittajat ovat kuitenkin Valtion teknillinen tutkimuskeskus, kunnalliset vusihuoltolaitokset ja yritykset (teollisuus- ja rakennusyritykset, suunnittelu- ja tutkimustoimistot) sekä eräät muut organisaatiot, lähinnä vesiensuojeluyhdistykset.

Eriyisenä alan kehitystä hidastavana puutteena on mainittava julkisen sektorin tutkimusyksikköjen määrärahojen pienuus, joka usein estää laajojen ja systemaattisten tutkimushankkeiden suorittamisen.

* 10 valtion tutkimuslaitosta ja korkeakoulua, Helsingin kaupungin vesilaitos ja rakennusvirasto sekä Oy Keskuslaboratorio. Vuoden 1974 hintataso.

1.6.1 Nykyinen tutkimus ja sen suorittajat

Korkeakoulut ja yliopistot

Tärkein yhdyskuntien vesiensuojelun alaan kuuluvaa tutkimusta harjoittava laitos Teknillisessä korkeakoulussa on vesihuolto-tekniikan laboratorio rakennusinsinööri-osastolla. Myös kemian osastolla tehdään alan tutkimusta, lähinnä jäteveden käsittelyyn kohdistuvana. Suurin vesihuoltotekniikan laboratorion tutkimuksista viime vuosina on ollut valtakunnallinen hulevesitutkimus /4-7, 10-12/. Toinen vesihuoltotekniikan laboratorion laaja tutkimus on kohdistunut vuorokausivirtaaman ennustamiseen yhdyskuntien vesi- ja viemärilaitosten yleissuunnittelussa /13/. Tämän työn jatkona kehitetään viemärivereden käsittelylaitosten toiminnan tarkasteluun soveltuvia atk -malleja.

Tampereen teknillisessä korkeakoulussa vastaa vesiensuojelun tutkimuksesta vesitekniikan laboratorio, jonka tutkimustyö viime vuosina on kuitenkin suuntautunut selvästi teollisuus-jätevesiin. Oulun yliopistossa vesiensuojelun tekniikan tutkimuksesta huolehtii vesirakennustekniikan laitos, jonka tämänhetkiseen ohjelmaan kuuluu mm. biologisen suodattimen soveltuvuuden selvittäminen Pohjois-Suomen olosuhteissa.

Yhdyskuntien vesiensuojelua sivuavaa tutkimusta tehdään lisäksi useissa yliopistojen laitoksissa, muun muassa Helsingin yliopiston mikrobiologian, limnologian ja ympäristönsuojelun laitoksilla.

Vesihallinto

Vesihallinnon tutkimustoiminta perustuu, paitsi vesientutkimuslaitoksen ja vesihallinnon muiden yksiköiden sisäiseen monitieteiseen yhteistyöhön, myös yhteistoimintaan eri hallintoyksiköiden, muiden suomalaisten tutkimuslaitosten ja korkeakoulujen kanssa sekä kansainväliseen yhteistyöhön. Kotimaisessa yhteistoiminnassa ovat keskeisiä yhteistyösopimukset, joita vesihallituksella on Keskuslaboratorio Oy:n, Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen, Merentutkimuslaitoksen, Kaupunkiliiton

ja Geologisen tutkimuslaitoksen kanssa. Nordforskin, pohjoismaisen ministerineuvoston ja kansainvälisen hydrologisen ohjelman (IHP) sekä mm. Länsi-Euroopan maiden yhteisen Cost 68 ter -projektin puitteissa on yhteistyötä kansainvälisellä, erityisesti pohjoismaisella tasolla /14/.

Pääosan vesihallinnon yhdyskuntien vesiensuojeluun liittyvästä tutkimuksesta tekee vesientutkimuslaitoksen teknillinen tutkimustoimisto, joka käyttää vesihuollon ja vesiensuojelun tutkimukseen vuosittain 0,75 - 1 milj. mk (välittömät eli palkka-, laite- yms. kustannukset). Tästä hieman yli puolet voidaan lukea yhdyskuntien vesiensuojelun tutkimukseksi. Keskeinen resurssi jäteveden käsittelytutkimuksessa on ollut Suomenojan tutkimusasema. Teknillisen tutkimustoimiston tärkeimmät tutkimuskohteet tällä hetkellä ovat viemäröintijärjestelmien toiminnan parantaminen /15/, jäteveden ravinteiden poiston tehostaminen /16/, jäteveden käsittelyn täydentäminen suodatuksella sekä jätevesilietteiden käsittelyongelmat ja lietteen hyötyedistäminen /17/.

Vesientutkimuslaitoksen vesitutkimustoimiston ja tutkimuslaboratorion tutkimustoiminta sivuaa läheisesti yhdyskuntien vesiensuojelua, mm. ympäristömyrkköjen ja typen vesistövaikutusten tutkimuksen osalta sekä biologisten ja mikrobiologisten menetelmien ja vesien laadun käyttökelpoisuuden kriteerien kehittämisen osalta /14/.

Vesiensuojelu- ja vesihuolto-osaston vesihuoltotoimiston koordinoimana on eri vesipiirien alueilla aloitettu viemäriverkon vuotovesi-inventointeja /8/. Osasto osallistuu myös jätevesilietteiden käsittelyn ja sijoitusalueilta tapahtuvan huuhtoutumisen tutkimiseen.

Valtion teknillinen tutkimuskeskus

Suurin yksittäinen tutkimuslaitos ympäristönsuojelun tekniikan alalla maassamme on Valtion teknillinen tutkimuskeskus, jossa kuluvan vuosikymmenen alkupuolella on käytetty ympäristönsuojelututkimukseen noin 7 milj. mk vuodessa (70 henkilötyövuotta) /18/.

Jäteveden käsittelymenetelmiä ja -laitteita sekä kemiallista analytiikkaa koskeva tutkimus- ja kehitystyö tehdään pääasias-
sa kemian laboratoriossa, jossa työn painopiste on tämän vuo-
sikymmenen alussa ollut teollisuusjätevesipuolella /19/.
Käynnissä on myös eräitä kemiallisen analytiikan ja prosessin
ohjauksen tutkimuksia, joiden tulokset ovat hyödynnettävissä
asumisjätevesien käsittelyssä.

Reaktorilaboratoriolla on valmiudet prosessiteollisuuden ja
ympäristönsuojelun virtausdynamiikkatutkimuksiin säteilymit-
taustekniikkaa soveltamalla. Tutkimukset koskevat mm. vesistö-
virtaus- ja vedenlaatumalleja.

Geotekniikan laboratoriossa suoritettava maankäytön suunnitte-
luun ja kaavoitukseen liittyvä tutkimustoiminta kohdistuu muun
muassa yhdyskuntien jätehuoltoon ja kaatopaikkoihin. Vesihuol-
lon tutkimuksessa ovat keskeisellä sijalla viemärien rakentami-
nen ja hule- ja jätevesien imeytys /20/.

Yritykset, kunnat ja muut organisaatiot

Tutkimuksen kokonaispanosta ajatellen on yksityisen sektorin
(suunnittelu-, rakennus- ja teollisuusyritykset sekä laborato-
riot) osuus huomattava; tutkimus suuntautuu kuitenkin yritys-
ten välittömiä tarpeita ja tavoitteita (esim. tuotekehittely)
palvelevalla tavalla eikä täten ole yleisesti hyödynnettävis-
sä.

Samantyyppinen on tilanne myös kuntien vesihuoltolaitosten suo-
rittamassa tutkimuksessa, joka on volyymiltaan varsin laajaa;
SITRA:n YVY -projektin yhteydessä arvioitiin, että 1970 -luvun
alkupuolella yksin Helsingin kaupungin markkamääräinen vesi-
huollon (käyttö- ja viemärivereden käsittely sekä vedenjakelu ja
viemärivereden johtaminen) tutkimuspanos oli samaa luokkaa kuin
valtion rahoittama vesihuollon tutkimus kokonaisuudessaan sa-
maan aikaan /9/.

Muista alalla toimivista organisaatioista voidaan mainita vesiensuojeluyhdistykset, jotka toiminta-alueillaan suorittavat tutkimukseksi luettavaa selvitystoimintaa. Senkin volyymia on kuitenkin vaikea arvioida.

1.6.2 Tärkeimmät tutkimustarpeet

Seuraavassa tarkastellaan aiheittain tärkeimpiä yhdyskuntien vesiensuojelutekniikan tutkimuskohteita 1980-luvulla.

Jätevedet

Jätevesien käsittelyn tehostamista ja viemärilaitoksen kunnon ja hoidon parantamista voidaan edistää seuraavilla tutkimuksilla :

- viemäriverkkojen korjaus- ja kunnostusmenetelmät
- jätevedenpuhdistamoiden hoito, toiminnan optimointi ja toimintavarmuus
- jäteveden käsittelyprosessien täydentäminen ja uudet käsittelymenetelmät
- viemärilaitosten energiatalous
- kevennetty kunnallistekniikka vesihuollossa
- yhdyskuntien viemärilaitokseen liittyneen teollisuuden jätevesien esikäsittelyn tarve ja mahdollisuudet

Hulevedet

Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen voidaan katsoa antaneen riittävän käsityksen yhdyskuntien käsittelemättömien hulevesien vesistökuormituksen suuruudesta ja merkityksestä. Jatko-tutkimukset olisikin suunnattava koskemaan hulevesien vaikutusta viemärivereden käsittelytulokseen sekaviemäröintijärjestelmässä. Toinen tärkeä tutkimuskohde on hulevesien määrän vähentäminen erilaisin imeytysratkaisuin (kevennetty kunnallistekniikka), ja samassa yhteydessä laajemminkin, mahdollisimman luonnonmukaisen hydrologisen kierron järjestäminen taajama-alueilla.

Jätevesilietteet

Akuutteja lietetutkimuskohteita ovat seuraavat :

- sakokaivolieteongelmat
- pienten puhdistamoiden lietteen käsittely
- lietteen varastointi
- lietteen sijoitus kaatopaikoille
- lietteen käsittelyn toimivuus
- lietteen stabiloinnin tarve
- lietteiden raskasmetallikartoitus
- muiden lietemäisten jätteen määrän ja niiden aiheuttamien ongelmien inventointi

Jätehuolto

Vesiviranomaisten vuonna 1974 suorittaman ns. kaatopaikkainventaarion jälkeen on kaatopaikkatilanteessa ja yleensä jätehuollossa tapahtunut niin suuria muutoksia, että vastaavanlainen kaatopaikkojen vesiensuojelunäkökohtiin liittyvä selvitys olisi tehtävä ensi tilassa.

TIIVISTELMÄ

Jätevedet

Yhdyskuntien vesihuollossa tapahtui 1970 -luvulla merkittävää kehitystä. Yhdyskuntien viemäröinti, viemärilaitoksen liittäjä-määrä, jätevesien määrä ja jätevesien puhdistus kasvoivat merkittävästi. Vuosikymmenien 1970 ja -80 vaihteessa väestöstä jo lähes 70 % oli viemäröinnin piirissä ja viemäröidyistä jätevesistä käsiteltiin 94 %, valtaosa biologis-kemiallisesti.

Yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoille johdettavien teollisuus-jätevesien määrä lisääntyi 1970 -luvulla. Samalla tehostuivat sekä esikäsittely- että käsittelymenetelmät.

Vesihallituksen laatiman vesiensuojelun periaateohjelman mukaisesti vesiensuojelun tavoitteena on ollut happeakuluttavan ja fosforikuorman pienentäminen. Vaikka viemärilaitokseen tuleva kuormitus on noussut 1970 -luvulla, ovat happeakuluttavan aineen ja fosforin vesistöön johdettavat määrät periaateohjelman mukaisesti (BHK) tai sitä nopeammin (P) pienentyneet suoritettujen vesiensuojelutoimenpiteiden ansiosta. Yhdyskuntajätevesien käsittelytaso Suomessa on kansainvälisesti katsottuna korkea.

Merkittävimpiä jätevesilupaehtojen muutoksia 1970 -luvulla olivat prosenttisten puhdistustehovaatimusten yleistyminen, jäteveden käsittelytulosta koskevien vaatimusten tiukentaminen ja lähes täydellinen luopuminen jäteveden desinfiointia koskevista vaatimuksista.

Hule- ja vuotovedet

Hule- ja vuotovedet on todettu erääksi tärkeimmistä puhdistamojen huonon toiminnan aiheuttajista. Ne lisäävät vesistön kuormitusta aiheuttamalla häiriöitä puhdistamojen toimintaan

sekä puhdistamojen ohituksia ja ylivuotoja verkostossa. Viemäriverkon vuoto- ja kuivatusvesien määrän vähentyminen viemäreiden kunnostuksen seurauksena on usein ratkaisevasti parantanut jäteveden käsittelyedellytyksiä.

Hulevesivalunnan aiheuttamat fosforihuuhtoutumat ovat samaa suuruusluokkaa kuin hajakuormitukselle Suomessa esitetty ominaiskuormitusarviot; keskustamaisten alueiden ominaiskuormitus on kuitenkin korkeampi kuin hajakuormituksen keskimäärin. Hulevesivalunnan typpihuuhtoutumat ovat sen sijaan alempia kuin hajakuormitukselle keskimäärin esitetyt.

Hulevesien aiheuttama orgaanisen aineen ja ravinteiden vesistökuormitus on suhteellisen pieni verrattuna jätevesien aiheuttamaan kuormitukseen. Erillisjärjestelmä aiheuttaa sekajärjestelmää pienemmän orgaanisen aineen ja ravinteiden kuormituksen. Raskasmetallien huuhtoutumisen kannalta erillisjärjestelmä sen sijaan on vesiensuojelullisesti sekajärjestelmää heikompi.

Jätevesilietteet ja jätehuolto

Jäteveden puhdistamoiden rakentamisen myötä on jätevesilietteen määrä kasvanut voimakkaasti 1970 -luvulla. Koska valtaosa yhdyskuntien jätevedenpuhdistamoista on jo rakennettu, liettemäärä ei enää merkittävästi kasvane.

Jätevesilietteiden sijoitus kaatopaikoille vaikeuttaa kaatopaikkojen hoitoa ja lisää kaatopaikoista aiheutuvaa vesistökuormitusta. Useimmilla pienillä ja keskikokoisilla kaatopaikoilla valuma- ja vuotovesistä aiheutuva kuormitus johtuu lietteistä.

Kokonaisliettemäärästä menee tällä hetkellä hyötykäyttöön noin 35 % ja 65 % joutuu tilapäisiin varastoihin tai kaatopaikoille. Sakokaivolietteen sijoitus on vesiensuojelun kannalta vielä ratkaisematon ongelma.

Tieto kaatopaikkojen merkityksestä vesien tilan muuttajana on vielä puutteellinen. Vesiviranomaisten mahdollisuudet vaikuttaa kaatopaikkojen vesiensuojelukysymyksiin ovat parantuneet olennaisesti kaatopaikkojen tultua ennakkoilmoitusmenettelyn piiriin vuonna 1979.

Vesiensuojelu- ja viemärilaitosinvestoinnit

Vesiensuojeluinvestoinnit olivat vuosina 1971 - 1980 keskimäärin 34 % viemärilaitosinvestoinneista. Tämän jälkeen on puhdistamoinvestointien samoin kuin vesiensuojeluinvestointien reaaliarvo alentunut noin puoleen. Vesiensuojeluinvestointien ja niihin sisältyvien puhdistamoinvestointien huippu, 340 milj. mk vuoden 1980 hintatasossa, oli vuonna 1974.

Viemärilaitosten käyttö- ja kunnossapitomenot lisääntyivät reaaliarvoltaan voimakkaasti 1970 -luvulla, mikä aiheutui mm. jätevedenpuhdistamoiden määrän lisääntymisestä.

Valtion tuen osuus yhdyskuntien vesi- ja viemärilaitosten investoinneista oli noin 6 % vuonna 1980. Valtion rahoitusta suunnattiin 1970 -luvulla voimakkaasti vesiensuojeluinvestointien tukemiseen.

Tekninen tutkimustoiminta

Yhdyskuntien vesiensuojeluun välittömästi liittyvää tai sitä sivuavaa tutkimus- ja kehitystyötä tehdään useissa organisaatioissa. Toimintaa leimaa hajanaisuus. Julkisen sektorin arvioidaan rahoittavan yli puolet alan tutkimuksesta. Yhdyskuntien vesiensuojeluun liittyvässä tietoudessa on ilmennyt sekä puutteita että tutkimustyön kehitystarpeita.

KIRJALLISUUS

Numerotiedot, joille tekstissä ei ole esitetty kirjallisuusviitettä, perustuvat vesihallituksen vuosittain julkaisemiin vesihuoltotilastoihin tai muihin vastaaviin tilastoihin. Asukasluvut on saatu Tilastokeskuksen väestömäärää käsittelevistä tilastotiedotuksista.

- /1/ Vesihallitus. 1974. Vesiensuojelun periaatteet vuoteen 1985. Vesihallituksen julkaisuja 8. Helsinki.
- /2/ Vesihallitus. 1976. Vesiensuojelun periaatteiden soveltamisesta. Vesihallituksen julkaisuja 16. Helsinki.
- /3/ Forsberg, C., Hawerman, B & Hultman, B. 1982. Experience from 10 years' advanced wastewater treatment - technology and results. Water Science and Technology 14, 1/2:121-133.
- /4/ Melanen, M. 1982. Valtakunnallisen hulevesitutkimuksen tulokset. Vesitalous 23, 3:1-20.
- /5/ Melanen, M. & Laukkanen, R. 1981. Viemäröintijärjestelmät vesistön kuormittajina. Rakennustekniikka 37, 8:539-546.
- /6/ Melanen, M. 1981. Quality of runoff water in urban areas. Publications of the Water Research Institute 42:123-190. Helsinki.
- /7/ Melanen, M. 1982. Quantity, composition and aerial load of urban runoff water in Finland. Acta Polytechnica Scandinavica Ci 80. Helsinki.
- /8/ Vesihallitus, vesitoimistot. 1981. Yhdyskuntien erillis- ja sekaviemäriverkostojen vuoto- ja hulevesi-inventoinnit 1980. Vesihallituksen monistesarja 1981:86. Helsinki

- /9/ SITRA 1974. Tutkimusmahdollisuuksien pysyvä parantaminen. YVY -esitutkimus E8. Helsinki.
- /10/ Melanen, M. 1980. Taajamien hule- ja sulamisvedet. Vesihallituksen tiedotus 197. Helsinki.
- /11/ Melanen, M. & Laukkanen, R. 1981. Quantity of storm runoff water in urban areas. Publications of the Water Research Institute 42:3-39. Helsinki.
- /12/ Melanen, M. & Tähtelä, H. 1981. Particle deposition in urban areas. Publications of the Water Research Institute 42:40-122. Helsinki.
- /13/ Laukkanen, R. 1981. Flow forecasts in general planning of municipal water and sewage works. Publications of the Water Research Institute 41. Helsinki.
- /14/ Vesihallitus 1981. Vesihallinnon tutkimusohjelma vuodelle 1982. Vesihallituksen monistesarja 1981:90. Helsinki.
- /15/ Björn, E. 1982. Sekaviemäröinnin ylivuototutkimus Lahdessa. Diplomityö Teknillisessä korkeakoulussa. Otaniemi.
- /16/ Valve, M. 1982. Ravinteiden poisto biologisessa puhdistuksessa. Väliraportti 3. Vesihallituksen monistesarja 1982:108. Helsinki.
- /17/ Puolanne, J. ym. 1981. Pienten jätevesipuhdistamoiden lietteen kuivaaminen luonnonmenetelmää käyttäen. Vesitalous 22, 1:12-15.
- /18/ Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen ympäristönsuojelutekniikan asiantuntijatyhmä 1981. Pöytäkirja 4/81. Espoo.
- /19/ Valtion teknillinen tutkimuskeskus 1981. Toimintakertomus 1980. Espoo.
- /20/ Valtion teknillinen tutkimuskeskus 1981. Kevennetty kunnallistekniikka Paimion Oinilan pientaloalueella. Tiedotteita 52/1981. Espoo.

2. POHJAVESIEN SUOJELUN NYKYTILA

2.1 Pohjavesivarat ja niiden käyttö

Maamme pohjavesiesiintymien (pohjaveden määrä yli 250 m³/d) yhteisen antoisuuden on arvioitu olevan noin 3,97 milj. m³/d, mistä ns. tärkeillä pohjavesialueilla sijaitsevien esiintymien osuus on noin 1,96 milj. m³/d. Yhdyskuntien vesilaitokset jakoivat vuonna 1980 vettä yhdyskuntien tarpeisiin keskimäärin 1,10 milj. m³/d, mistä pohjavettä oli noin 0,48 milj m³/d. Pohjaveden osuus oli siis 44 %; viime vuosina tämä osuus on noussut 1 - 2 %/a. Näissä kulutusluvuissa ei ole otettu huomioon haja-asutusta eikä vedenhankintansa omatoimisesti hoitavia teollisuuslaitoksia, sairaaloita, hotelleja yms. Yli puolet maamme talouksista käyttää talousvetenä pohjavettä ja erään arvion mukaan pohjavettä käyttäviä asukkaita on maassamme noin 3 miljoonaa.

2.2 Pohjavesiä vaarantavat toiminnot

Pohjavesiesiintymän käyttökelvottomaksi muuttuminen johtuu yleensä seuraavista syistä :

- pohjavettä liataan jätteillä, kemikaaleilla tms. haitallisilla aineilla
- pohjavesiesiintymää muutetaan esim. liiallisella maa-aineksen otolla niin, että antoisuus vähenee ja/tai alkaa tapahtua hitaita laadunmuutoksia, vaikka ei olisikaan tapahtunut edellisessä kohdassa tarkoitettua pohjaveden likaamista vieralla aineella.

Pohjaveden likaantumista saattaa aiheuttaa suuri joukko aineita niiden laadusta ja pohjavedessä todetusta pitoisuudesta riippuen. Eriyisen haitallisiksi ja pitkäaikaista likaantumista aiheuttaviksi katsotaan yleensä seuraavat aineet :

- öljyt ja nestemäiset polttoaineet
- tervatuotteet
- fenolit
- detergentit
- myrkylliset metallisuolat
- jäteliipeä
- kasvinsuojeluaineet
- radioaktiiviset aineet

Pohjavesien suojelun yhteydessä joudutaan kiinnittämään huomio lukuisiin erilaisiin toimintoihin ja laitoksiin.

Pohjavesiesiintymän muuttamiseen johtavista toimenpiteistä tavallisimmat ovat liiallinen pohjaveden otto tai poistaminen, liiallinen maa-aineksen otto ja maaleikkausten teko. Liiallisesta pohjaveden otosta aiheutuvat haitat ovat yleensä suhteellisen helposti poistettavissa esim. vedenottoa rajoittamalla. Liiallisesta maa-aineksen otosta ja ojien, tunnelien ym. maaleikkausten tekemisestä sekä niihin verrattavista toimenpiteistä aiheutuvia haittoja taas on erittäin vaikea poistaa; usein se on käytännössä mahdotonta.

Tällä hetkellä ei ole tiedossa, kuinka paljon pohjavesivaroja on maassamme muuttunut käyttökelvottomaksi pohjavesiä muuttavien ja likaavien toimintojen seurauksena. Varsinkaan 1960-luvulla monet näistä tapauksista eivät ilmeisesti ole edes tulleet viranomaisten tietoon.

2.3 Pohjavesien suojelu

Pohjavesien suojelua koskeva lainsäädäntö

Vesilain 1 luku sisältää pohjaveden muuttamiskiellon (VL 1:18) ja pilaamiskiellon (VL 1:22). Vesilain 9 luvun 20 §:ssä taas annetaan pohjavedenottamojen suoja-alueita koskevat säädökset. Asetus vesien suojelua koskevista ennakkotoimenpiteistä suoviranomaisille mahdollisuuden puuttua asetuksessa tarkoitettuja laitoksia perustettaessa ilmeneviin pohjavesikysymyksiin.

Pohjaveden pilaamiskielto on varsin tiukka, sillä vesioikeuskaan ei voi myöntää pilaamislupaa. Vesioikeus voi kylläkin asianomaisen viranomaisen hakemuksesta antaa jonkin alueen pohjavesistä edellä tarkoitettua lievempiä määräyksiä. Näistä ei toistaiseksi ole ennakkotapausta. Syynä vesilain tiu-
kuuteen tältä osin lienee se, että pohjavesi on vedenhankin-
nan kannalta erittäin arvokas luonnonvara, jolle aiheutettu
vahinko on yleensä vaikeasti poistettavissa. Vedenhankinta
on vesien käyttömuodoista eräs tärkeimpiä.

Vesilain 1 luvun 18 §:n 1 momentti sisältää muuttamiskiellon. Lainkohdassa tarkoitettuna " muunlaisena toimenpiteenä " on
eräissä korkeimman hallinto-oikeuden ja korkeimman oikeuden
päätöksissä pidetty mm. maa-aineksen ottoa tietyissä olosuh-
teissa.

Vesilain 9 luvun 20 §:n mukaan voidaan toimivan tai perustetta-
van pohjavedenottamon ympärillä oleva alue määrätä vesioikeu-
den päätöksellä suoja-alueeksi, jolla pohjavesille haitallisia
toimintoja estetään tai rajoitetaan ja annetaan määräyksiä
pohjavesien suojelutoimenpiteistä, suojarakenteista yms.

Vuoden 1982 alusta voimaan tullut maa-aineslaki lisää olennai-
sesti mahdollisuuksia hoitaa pohjavesien suojelu tehokkaasti
erityisesti muuttamiskiellon kannalta.

Hallinnolliset suojelutoimenpiteet

Pohjavesien suojelukysymyksiä käsitellään vesihallinnon pii-
rissä useilla eri sektoreilla. Ennalta ehkäisevää suojelua
voidaan edistää seuraavissa yhteyksissä : vesien käytön koko-
naissuunnittelussa, kaavoitus- ja rakennusviranomaisille osoi-
tettavissa lausunnoissa, jätevesiasioita koskevissa lausunnois-
sa vesioikeuksille tai ennakkoilmoitusasioissa likaajalle,
pohjavedenottamojen suoja-aluekatselmuksissa, joissa vesihal-
linto edustaa yleistä etua, lausunnoissa maa-aineslain

mukaisista hakemuksista sekä muissa lausunnoissa jonkin toiminnan vaikutuksista pohjavesiin.

Jo suoritettavien toimintojen osalta vesiviranomaiset suorittavat aktiivista kenttävalvontaa resurssiensa määräämissä rajoissa, tavallisesti muihin tehtäviin liittyen.

Käytännön suojelutoimenpiteet ja - tekniikka

Pohjavesien suojelu edellyttää yleensä seuraavia käytännön suojelutoimenpiteitä : pohjavesille haitallisten toimintojen sijoituksen ohjaus ja toimintojen rajoitukset, rakeenteelliset suojatoimenpiteet sekä todettaessa pohjaveden likaantumista likaavan kohteen eliminointi. Lisäksi pohjaveden laadun ja korkeuden tarkkailulla pyritään ajoissa selvittämään mahdollisten lisätoimenpiteiden tarve.

2.4 Pohjavesien vesiensuojelukustannukset

Toistaiseksi ei ole olemassa mahdollisuuksia arvioida koko maan pohjavesien suojelukustannuksia edes karkeasti.

Suojelukustannukset tulisivat koostumaan seuraavista osista :

- pohjavesien suojelun vaatimien suojarakenteiden tekemisestä sekä yleensä niistä lisäkustannuksista, jotka aiheutuvat, kun nimenomaan pohjavesien suojelun takia joudutaan käyttämään tavanomaisesta poikkeavia, kalliimpia rakenteellisia ratkaisuja
- niistä korvauksista, joita maksetaan, kun pohjavesille haitallisia toimintoja kielletään tai rajoitetaan

Useimmissa katselmustoimituksissa suoja-alueääräykset on pyritty laatimaan niin, ettei korvattavia vahinkoja aiheudu. Niitä suojelukustannuksia, joita ei korvata, ei liene markkamääräisesti arvioitu missään katselmustoimituksessa. Suoja-aluekatselmusten ulkopuolella aiheutuneista ja aiheutuvista pohjavesien välittömistä ja välillisistä suojelukustannuksista ei liene myöskään olemassa arvioita.

2.5 Pohjavesien suojelun tutkimustarpeita

Pohjavesiin kohdistuvaa muuttamis- ja pilaamiskieltojen alaisia toimintoja koskevaa tutkimus- ja selvitystyötä olisi tuntuvasti lisättävä. Lisätutkimuksia tarvitaan erityisesti maa-ainesten oton sekä pohjavesiä likaavien toimintojen vaikutusten selvittämiseksi erilaisissa geohydrologisissa olosuhteissa.

Maa-ainesten oton aiheuttama pohjaveden menetys on pysyvää. Vanhoja ja käytössä olevia sora-alueita tulisi inventoida tätä kautta menetettyjen pohjavesivarojen määrän arvioimiseksi.

